UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA

AREA
SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

TEMA
"DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PARA EL SERVICIO DE VOIP USANDO TELÉFONOS INTELIGENTES PARA LA CLÍNICA Y MATERNIDAD GARCÍA UBICADA EN LA CIUDAD DE SALINAS"

AUTOR
ÁLAVA TOMALÁ ROBERTO ROLANDO

DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. ELEC. TELE. ORTÍZ MOSQUERA NEISER STALIN, MG

2017
GUAYAQUIL – ECUADOR

DECLARACIÓN DE AUTOR

"La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio Intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil"

Álava Tomalá Roberto Rolando
C.C.: 0930183538

AGRADECIMIENTO

A gradezco en primer lugar a Dios por brindarme las fuerzas que me dio para culminar mi carrera universitaria y crecer como persona.

A mi madre Marina y mis abuelas Laura y Dora que han sido un pilar fundamental en mi vida, mi ejemplo de constancia y fidelidad; ya que han estado siempre apoyándome en todas mis metas.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por guiarme por el buen camino y brindarme sabiduría para enfrentar los problemas que se me presentan, a mi madre y abuela que son un pilar importante, ya que sus consejos, amor, ayuda en los momentos complicados, me ha dado lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y coraje para cumplir mis metas.

A mis hermanos las cuales siempre estuvieron presentes en cada etapa de mi tesis.

A la prestigiosa Universidad de Guayaquil de la cual obtuve los conocimientos necesarios para poder realizar con éxito este trabajo investigativo.

ÍNDICE GENERAL

Nº	Descripción	Pág.
	PRÓLOGO	1

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

Nº	Descripción	Pág.
1.1.	Introducción	2
1.2.	Objeto de la investigación	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Objetivos	5
1.4.1.	Objetivo General	5
1.4.2.	Objetivos específicos	5
1.5.	Delimitación del problema	6
1.5.1.	Campo	6
1.5.2.	Área	6
1.6.	Marco Teórico	6
1.6.1.	Antecedentes del estudio	6
1.6.2.	Fundamentación teórica	7
1.6.2.1.	Red de área local (LAN)	7
1.6.2.2.	Red de área local inalámbrica (WLAN)	8
1.6.2.3.	Canales y banda de frecuencia	9
1.6.2.4.	Estándar IEEE para WLAN	11
1.6.2.5.	Topología de las redes de área local inalámbricas	13
1.6.2.5.1.	Topología Ad-Hoc	13
1.6.2.5.2.	Topología de Infraestructura	14
1.6.2.6.	Redes convergentes	14
1.6.2.7.	Calidad de servicio en redes inalámbricas	15

Nº	Descripción	Pág.
1.6.2.8.	Voz sobre IP (VoIP)	16
1.6.2.9.	Telefonía IP	16
1.6.2.10.	Arquitectura de una red VoIP	17
1.6.2.11.	Protocolos usados en VoIP	19
1.6.2.11.1.	Protocolos de Señalización	19
1.6.2.11.2.	Protocolos de transporte de voz	21
1.6.2.12.	Códec de audio	22
1.6.2.13.	Software Para Telefonía IP	24
1.6.2.14.	Tabla comparativo entre los software de Telefonía IP	26
1.6.3.	Fundamentación Legal	28
1.6.3.1.	Constitución Política de la república del Ecuador	28
1.6.3.2.	Reglamento General a la ley Orgánica de Telecomunicaciones	28
1.6.3.3.	Reglamento de la investigación científica y tecnológica en la Universidad de Guayaquil.	29

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

Nº	Descripción	Pág.
2.1.	Metodología Top-Down	30
2.2.	Diseño de la investigación	32
2.3.	Modalidad de la investigación	32
2.4.	Tipos e instrumentos de la investigación	33
2.4.1.	Tipos de investigación	33
2.4.2.	Instrumento de la investigación	34
2.5.	Variables de la investigación	34
2.5.1.	Tipos de variables a medir en la investigación	34
2.6.	Fase 1: Análisis de requerimiento	35
2.6.1.	Análisis de los objetivos y limitaciones técnicas	35

Nº	Descripción	Pág.
2.6.2.	Descripción de la Situación actual de la clínica y maternidad García	36
2.6.3.	Situación actual de la red LAN de la clínica	38
2.6.4.	Estado actual de la red de comunicaciones	40
2.6.5.	Requerimientos	41
2.6.5.1.	Diseño de la entrevista	42
2.6.5.2.	Análisis de la entrevista	42
2.7.	Fase 2: Diseño lógico de la red	44
2.7.1.	Diseño de la topología de la red	44
2.7.2.	Direccionamiento para el diseño de red	46
2.8.	Fase 3: Diseño físico de la red	49
2.8.1.	Cableado estructurado	49
2.8.2.	Equipos pasivos para la red de la clínica	50
2.8.3.	Equipos activos para la red de la clínica	51
2.8.3.1.	Switch para la Capa de acceso	51
2.8.3.2.	Switch para la capa de distribución y núcleo	53
2.8.4.	Selección de la tecnología WLAN	54
2.8.4.1.	Área de cobertura	55
2.8.4.2.	Roaming en WLAN	57
2.8.4.3.	Selección de puntos de acceso inalámbricos	58
2.8.5.	Características de los teléfonos inteligentes para el uso del servicio de VoIP	59

CAPÍTULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Nº	Descripción	Pág.
3.1.	Título de la propuesta	61
3.2.	Objetivos de la propuesta	61
3.2.1.	Objetivo general	61
3.2.2.	Objetivos específicos	61
3.2.3.	Ubicación de la propuesta	61

Nº	Descripción	Pág.
3.3.	Alcance de la propuesta	62
3.4.	Desarrollo de la propuesta	63
3.4.1.	Simulación de la red lógica propuesta	63
3.4.2.	Implementación del prototipo del servicio de VoIP y mensajería instantánea	66
3.4.2.1.	Diseño de la red de prueba	66
3.4.2.2.	Característica del servidor VoIP	67
3.4.2.3.	Configuración del servidor VoIP	68
3.4.2.4.	Configuración del servicio de mensajería instantánea	70
3.4.2.5.	Creación y configuración de extensiones en Elastix	72
3.4.2.6.	Creación y configuración de usuarios en Openfire	74
3.4.2.7.	Configuración del softphone como cliente SIP	75
3.4.2.8.	Configuración de las cuentas XMPP para mensajería instantánea	77
3.4.2.9.	Pruebas de funcionamiento	78
3.4.2.10.	Análisis del procesamiento de los protocolos involucrados en VoIP	80
3.4.3.	Presupuesto para la implementación de la red LAN y WLAN para el servicio de VoIP	82
3.5.	Conclusiones	83
3.6.	Recomendaciones	85
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	**86**
	ANEXOS	**89**
	BIBLIOGRAFÍA	**108**

ÍNDICE DE TABLA

Nº	Descripción	Pág.
1	Comparativa de las versiones más relevante del estándar IEEE 802.11	12
2	Tipos de mensajes SIP	20
3	Comparativa entre códec de audio	24
4	Comparación de software libre para centrales PBX virtuales	26
5	Número de usuarios y departamentos	39
6	Causas y consecuencias de la telefonía actual de la clínica	41
7	Número de host que se requieren por cada subred	47
8	Direccionamiento IP para la clínica	48
9	Comparativa entre switch para la capa de acceso	52
10	Comparativa entre switch para la capa distribución	53
11	Distancias máxima que se debe cubrir con el AP	57
12	Comparativa entre puntos de inalámbricos	58
13	Especificaciones técnicas mínima de los teléfonos inteligentes a usar	59
14	Características del servidor	67
15	Información para la creación de las extensiones	73
16	Información para la creación de los usuarios	74
17	Información para la creación de cuenta SIP en los teléfonos inteligentes de los usuarios	77
18	Costo del diseño de red propuesto para el servicio de VoIP	82

ÍNDICE DE FIGURA

Nº	Descripción	Pág.
1	Extensión de una red con WLAN	9
2	Esquema de canalización para la banda de 2,4 Ghz	10
3	Esquema de canalización de la banda 5 Ghz	10
4	Esquema de una red Ad-Hoc	13
5	Red inalámbrica en modo infraestructura	14
6	Elementos existentes en una red de VoIP	17
7	Datagrama RTP	22
8	Cliclo de diseño e implementación de una red	31
9	Esquema organizacional de la clínica	37
10	Esquema de la red cableada actual de la clínica	38
11	Diagrama actual de la red telefónica de la clínica	40
12	Diseño de la topología de la red propuesto	46
13	Switch Tp-link tl-sg3210	52
14	Switch Tp-link tl-sg3216	54
15	Topología de la red básico para el acceso inalámbrico al servidor VoIP	55
16	Diseño físico de la red WLAN	56
17	Access point Tp-link tl-wa801nd	59
18	Ubicación clínica y maternidad García	62
19	Configuración de los switches de acceso	64
20	Simulación del diseño lógico de la red propuesta	65
21	Diseño de la red de prueba	66
22	Pantalla de inicio de sesión de Elastix	69
23	Interfaz web de Elastix	69
24	Inicio de sección de Openfire	70
25	Configuraciones del servidor	71
26	Asignación de puertos para mensajería	71

Nº	Descripción	Pág.
27	Selección de protocolo de señalización	72
28	Creación de extensiones en Elastix	74
29	Campos a llenar para crear usuarios en Openfire	75
30	Autenticación en los teléfonos inteligentes de los usuarios de prueba	76
31	Información requerida por cada usuario	78
32	Actividad del servidor Elastix	79
33	Se establece una llamada entre la extensión 100 y 101	79
34	Interacción entre dos usuarios usando Xabber	80
35	Intercambio de mensaje del protocolo SIP	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
1.	Marco legal	90
2.	Switch para la capa de acceso	92
3.	Switch para la capa de distribución	95
4.	Access Point para la capa de acceso	98
5.	Guía de instalación de Elastix	101
6.	Modelo de cuestionario para la entrevista	105
7.	Visita técnica a la clínica	106

AUTOR: **ÁLAVA TOMALÁ ROBERTO ROLANDO**
TITULO: **DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PARA EL SERVICIO DE VOIP USANDO TELÉFONOS INTELIGENTES PARA LA CLÍNICA Y MATERNIDAD GARCÍA UBICADA EN LA CIUDAD DE SALINAS**
DIRECTOR: ING. ELEC. TELEC ORTÍZ MOSQUERA NEISER S., MG

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de grado es diseñar un sistema de VoIP usando la topología de red del modelo jerárquico de 3 capas de Cisco Systems para cubrir la necesidad de comunicación en la clínica García ubicada en la ciudad Salinas, ya que una central IP es fundamental en toda empresa porque así se reduce costos en llamadas telefónicas convencionales, además se aprovechan los teléfonos inteligentes de los usuarios al utilizar softphone en los clientes SIP en este caso la aplicación Zoiper. Con la finalidad de alcanzar los objetivos trazados se tuvo que realizar una investigación bibliográfica y de campo, además se basó gran parte del proyecto en las pautas y recomendaciones de la metodología Top-Down de Cisco Systems, ya que está constituida en 4 fases las cuales permiten conocer la situación actual de la red, los requerimientos de la clínica, facilitar el diseño físico y lógico propuesto de la nueva red y la selección de los dispositivos apropiados para el servicio de VoIP. La propuesta se simuló el diseño lógico de red con una herramienta que realice esta función, se implementó un prototipo de central VoIP virtual utilizando el software libre Elastix por su simplicidad en los procesos de configuración mediante el entorno gráfico web y permitir integrar complementos como el de mensajería instantánea, con el fin de llevar a cabo pruebas para su respectivo análisis y a su vez comprobar los beneficios de los servicios propuestos. Adicionalmente se elaboró un presupuesto como referencia para implementaciones futuras de este proyecto.

PALABRAS CLAVES: VoIP, Diseño, Red inalámbrica, Elastix, Top-Down, Servidor, Clínica.

Álava Tomalá Roberto Rolando
C.C.: 0930183538

Ing. Elec. Telec. Ortíz Mosquera Neiser S., MG
Director de Trabajo

AUTHOR: **ÁLAVA TOMALÁ ROBERTO ROLANDO**
TOPIC: **DESIGN OF A WIRELESS NETWORK FOR THE VOIP SERVICE USING SMARTPHONE FOR THE CLINIC AND MATERNITY GARCÍA LOCATED IN THE CITY OF SALINAS**
DIRECTOR: **ELEC. TELEC. ENG. ORTÍZ MOSQUERA NEISER S., MG**

ABSTRACT

The objective of this degree project is to design a VoIP system, using the network topology of the Cisco Systems 3-layer hierarchical model, to cover the need for communication in the Garcia Clinic located in the city of Salinas, due this an IP central is fundamental in every company because this reduces costs in conventional telephone calls; additionally, users take advantage of smartphones when using softphone on SIP clients in this case Zoiper application. With the finality to reach the objectives traced, An bibliographical investigation and field research had to be carried out, and much part of the project was based on the guidelines and recommendations of the Cisco Systems Top-Down methodology, which is composed in 4 phases that allow to know the current situation of the network and the requirements of the clinic, to facilitate the proposed physical and logical design of the new network and the selection of appropriate devices for the VoIP service. The proposal was simulated the logical network design with a tool that performs this function, a virtual VoIP center prototype was implemented using the free software Elastix for its simplicity in the configuration processes through the web graphic environment and allow to integrate complements such as the one of Instant messaging, in order to carry out tests for their respective analysis and in turn to check the benefits of the proposed services. Additionally, a budget was prepared as a reference for future implementations of this project.

KEYWORDS: VoIP, Design, Wireless, Elastix, Top-Down, Server, Clinic.
.

Álava Tomalá Roberto Rolando **Telec. Telec. Eng. Ortíz Mosquera Neiser S., MG**
C.C.: 0930183538 **Dissertation's Directork**

PRÓLOGO

El presente proyecto muestra el diseño de un sistema de VoIP usando una topología de red para la clínica y maternidad García, la cual se elabora para reducir costos en las facturas que generan las llamadas telefónicas convencionales y beneficiar a los usuarios ya que de esta manera se puede estar comunicados para prestar un mejor servicio a los ciudadanos.

El proyecto de grado se despliega en tres capítulos que se detallan a continuación:

Primero capítulo: Describe el problema que hay en la institución, los objetivos que se desean alcanzar de este estudio, la justificación de la solución que se propone y se especifican los conceptos teóricos de mayor relevancia de redes y sistemas de VoIP para poder comprender los siguientes capítulos.

Segundo capítulo: Hace mención a la metodología utilizada para alcanzar los objetivos de este proyecto, el método de recolección de datos como la entrevista para conocer el estado actual de la red y los requerimientos de la clínica, para así elaborar el diseño lógico para la nueva red y los equipos recomendado para el correcto funcionamiento del sistema VoIP y las demás aplicaciones.

Tercer capítulo: Se presenta como propuesta la simulación del diseño lógico detallado en el capítulo II, así como la configuración del prototipo de la central VoIP virtual para la ejecución de pruebas con la finalidad de validar el trabajo, el presupuesto de los equipos para una implementación futura y por ultimo las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

1.1. Introducción

La transmisión de voz sobre IP ha ido evolucionando, llegando a cumplir un rol importante dentro de las actividades empresariales, de esta manera los sistemas de VoIP se ha abierto camino tanto así, que en las redes de comunicaciones convergen con varios servicios, pudiendo el cliente acceder a ellos ya sean por la red cableada o puntos inalámbricos.

La clínica y maternidad García se dedica a brindar servicios de salud, durante estos once años de creación en la provincia de Santa Elena por el Dr. Guido García Moya, contando con una alta población en la comunidad peninsular a los que brinda sus servicios, manteniéndose constantemente a la vanguardia de la tecnología para una atención de excelencia.

Durante el tiempo que lleva operando la clínica, ha utilizado el servicio de comunicación de voz mediante telefonía pública convencional entre usuarios, resultando el costo de planillas muy elevados y además que no se obtiene un buen control de las llamadas realizadas, por lo que la empresa ha entrado en una reducción de costo buscando una alternativa para la resolución de este problema.

Es por eso, que se propone el diseño de una red inalámbrica que se caracterice por tener la capacidad técnica para la trasmisión de voz sobre el protocolo IP, con el objetivo de integrar el servicio de telefonía IP en la misma red de datos, además se pretende usar como dispositivos finales los teléfonos inteligentes, puesto que la mayoría de los usuarios cuenta con uno como herramienta de trabajo, generando la ventaja de no adquirir los teléfonos IP convencional que son costosos y esto a su vez permite a los

usuarios la movilidad de desplazarse por la clínica si depender de estar conectado al medio alámbrico

Para brindar el servicio de voz por el mismo canal de datos, se pretende en este trabajo diseñar un sistema VoIP utilizando la topología de red adecuada, centrándose en plasmar de manera detallada las especificaciones técnicas y tecnológicas de una infraestructura de red VoIP inalámbrica para la convergencia de voz, datos y video, siendo esta una medida acertada y escalable teniendo en cuenta que el costo de la telefonía pública tradicional suelen ser muy elevado cuando este servicio se lo utiliza constantemente y se obtiene un mejor control en las llamadas, es por eso que se busca dar una alternativa siguiendo mecanismos para que el servicio de VoIP sea de calidad.

1.2. Objeto de la investigación

La telefonía es importante para la comunicación de los usuarios en el entorno empresarial, es por eso que adentro de la clínica y maternidad García en la actualidad se emplea el sistema de telefonía tradicional convencional, debido al desarrollo de la institución se realiza una propuesta tecnológica de comunicación, que consiste en el diseño de una red como una alternativa adicional para el servicio de VoIP, siguiendo pautas que garantice la mejoría del servicio de comunicación en la empresa.

El sistema de comunicaciones de la clínica consta de una central telefónica PBX Panasonic KX-TEM824 que interconectan un mínimo de empleados que tienen un teléfono en su puesto de trabajo, siendo estas las áreas más relevante de la clínica, además la estructura de la red cableada de la empresa está dedicada solo para la trasmisión de datos entre computadoras, por tal razón se requiere la convergencia de estos servicios para que todos los trabajares de la empresa estén comunicados para una mejor atención a las personas que acuden a la clínica.

Por tales motivos se propone una alternativa de diseñar una red inalámbrica para el servicio de VoIP, ya que es una ventaja al utilizar esta plataforma, porque permite la integración de dato, voz y video, además la mayoría de los empleados de la clínica y maternidad García cuenta con un teléfono inteligente, con características para acceder a una extensión de VoIP sin estar conectado al medio alámbrico resultando viable para los usuarios que están en constante movimiento de su puesto de trabajo, adicional se reduce costos ya sean en las llamadas, en la adquisición de teléfonos IP o con el mantenimiento de la PBX, y de esta forma se mantiene la competitividad empresarial por estar a la vanguardia en el ámbito de la tecnología.

1.3. Justificación

La clínica y maternidad García tiene una alta acogida de pacientes ya que brinda sus servicios a un costo económico para las personas de la provincia de Santa Elena, tales motivos busca una herramienta tecnológica que permita cubrir la necesidad de que haya una constante comunicación entre la población de empleados de la clínica, es por eso que surge la necesidad de diseñar una red inalámbrica, que permitirá agilizar los procesos que garanticen una mejor atención a los pacientes y eliminar los altos costo de planilla del servicio de telefonía tradicional.

El auge de los sistemas VoIP en las empresas ha creado la necesidad de métodos de acceso más productivos, flexibles y económico, si bien existen soluciones de telefonía IP en el mercado, pero estos son recursos parciales y que muestran limitaciones en cuanto a escalabilidad, desarrollo de nuevos servicios, etc.

Incluso para ambientes LAN inalámbricos, son pocos los recursos que existen, por lo cual se pretende mediante este proyecto de titulación estudiar en este ámbito para ofrecer una solución a la clínica con el objetivo de que tengan como alternativa adicional el servicio de voz sobre IP, y de

esta forma dar a mostrar los beneficios que ofrece este nuevo ambiente de comunicaciones empresariales, ajustado a las condiciones de nuestro país, tomando en cuenta criterios de costos y simplicidad en su infraestructura.

La resolución de este proyecto, es proponer el diseño de una red para la transmisión de datos y voz, con la finalidad de que todos los trabajadores de la clínica estén en constante comunicación y de esta manera mejorar la atención a los pacientes que acuden diariamente, por lo que se pretende dar una extensión telefónica en sus dispositivos móviles, pero resulta complejo porque hay ciertos criterios a seguir, para una buena calidad de servicio se debe cumplir ciertas recomendaciones dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) en su serie G. 114: Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de VoIP en una topología de red para la clínica y maternidad García utilizando teléfonos inteligentes como clientes SIP.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar las tecnologías inalámbricas IEEE 802.11 y los temas de voz sobre IP.
- Desarrollar un plan de requerimientos de recursos para el sistema de VoIP.
- Diseñar una red inalámbrica para el servicio de VoIP en la clínica y maternidad García que cubra sus requerimientos.
- Implementar una central telefónica VoIP virtual para la clínica y maternidad García de la ciudad de Salinas.

1.5. Delimitación del problema

1.5.1. **Campo:** Sistemas integrados de telecomunicaciones

1.5.2. **Área:** Telecomunicaciones

Delimitación espacial y del tiempo: El diseño del sistema VoIP se realiza en la clínica y maternidad García en la ciudad de Salinas, el sondeo no abarca la seguridad que debe tener el usuario al usar los teléfonos inteligentes.

Determinación de recursos disponibles: Se utiliza la modalidad de investigación bibliográfica, descriptiva y de campo, también se elaborar entrevista para conocer los requerimientos de la clínica.

1.6. Marco Teórico

1.6.1. Antecedentes del estudio

Es importante realizar un análisis de estado de arte de otras investigaciones para conocer sus alcances, el mismo que será de gran ayuda para la ejecución de este estudio.

El estudio realizado por Amán Aguirre & Ardila García, (2012) con el título: ““ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONÍA IP PARA LA ESCUELA HÉROES DEL CENEPA DE LA ESPE”” en la Escuela Politécnica del Ejercito, el proyecto da a conocer que la telefonía IP provee algunas ventajas dentro del entorno corporativo como; la disminución de costos y flexibilidad utilizando en una misma red servicios de voz y datos, de esta manera se puede garantizar que la propuesta para la clínica es favorable en la parte económica y en escalabilidad si se llegan invertir en este tipo de sistemas.

Otro estudio realizado en la Universidad Pontificia Católica del Ecuador por Chauca Chicaiza, (2016): “IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA IP EN SMARTPHONES CON CLIENTE SIP” indica que la cantidad y ubicación de los puntos de acceso inalámbricos va a depender de las características físicas del lugar y para escoger la ubicación que servirá para situar adecuadamente los puntos de acceso (AP) es necesario la utilización de algún software que permita diseñar por ejemplo Ekahau Site Survey.

Además se debe tomar en cuenta en dimensionar adecuadamente las capacidades de los equipos en función al número de usuarios que accederán a la red para evitar problemas a corto plazo y que la empresa requiera de manera obligada una inversión.

De igual manera en la universidad Politécnica de Catalunya la autora Cristina Jerez Álvarez (2014) con el título: “Estudio de viabilidad telefonía IP en red inalámbrica UPC” sugiere que la telefonía IP debería ser implementada sobre una red inalámbrica con normas de calidad de servicio para que el sistema sea eficiente.

1.6.2. Fundamentación teórica

Para lograr los objetivos planteados de este proyecto, se establece de manera detallada la base teórica para comprender ciertos conceptos que son importante previo al problema a resolver.

1.6.2.1. Red de área local (LAN)

Una LAN es un sistema de comunicaciones compuesto por la parte de hardware: cableado, dispositivos terminales, servidores, etc. Y la de software: acceso al medio, gestión de recursos, administradores,

intercomunicadores, etc. Que se reparte por un sitio limitado (casa, edificio, conjunto de edificios) con el propósito de compartir un número de recursos o servicios, para que los usuarios accedan a información relevante del trabajo.

Los autores Blanco & Huidobro, (2012, p. 12) mencionan las características más importantes que definen a las LAN:

> **La velocidad de trasmisión de los datos dentro de una red local es elevada (varía desde 10 Mbit/s hasta 10 Gbit/s).**
> **La tasa de errores de trasmisión de los bits es despreciable (del orden de 1 bit erróneo por cada 100 millones de bits trasmitidos).**
> **La gestión de una LAN, una vez instalada, y la de los recursos informáticos conectados corresponde hacerla a su propietario o contrataría un tercero.**

Las conexiones de las LAN se pueden dar mediante dos medios que son:

A) Alámbricas.- Es un sistema de comunicación donde la trasmisión de informacion se realiza mediante un medio conductor, sea este cable coaxial, par trenzado o fibra optica.

B) Inalámbricas.- Es un sistema de comunicación que se creo para optimizar las redes alámbricas, ya que elimina las conexiones fisicas entre nodos, utilizando pulso de luz o onda electromagnética para la trasmisión de información.

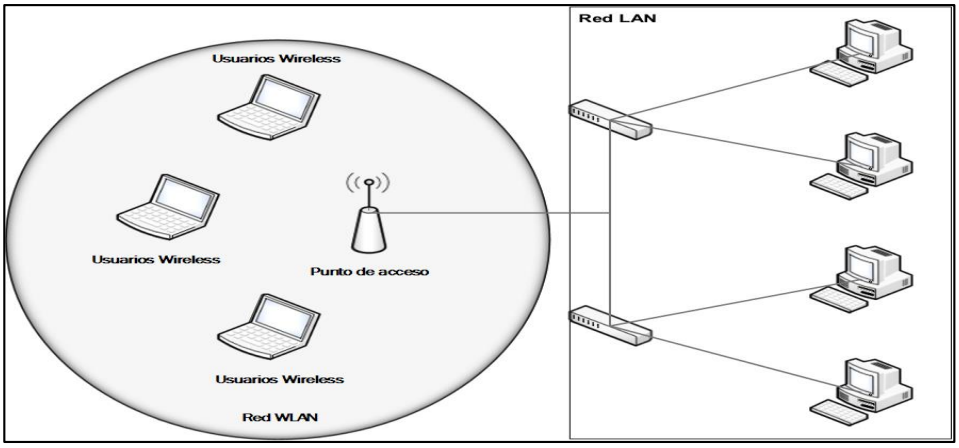
1.6.2.2. Red de área local inalámbrica (WLAN)

Valdivia (2014) define a las redes WLAN como “un sistema de comunicación de datos inalámbricos flexible y muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como extensión de esta” (pág. 144). Este

tipo de red utiliza tecnología de pulso de luz u ondas de radiofrecuencia sin la necesidad de un medio físico guiado, de esta manera cubre una área geográfica permitiendo la movilidad a los usuarios.

FIGURA Nº 1

EXTENSIÓN DE UNA RED CON WLAN



Fuente: Sistemas informáticos y redes locales
Elaborado por: Valdivia miranda Carlos

El la figura Nº 1 muestra una configuración de WLAN, donde el punto de acceso que es el que recibe la información, la distribuye para las redes LAN y WLAN que están conectada entre sí, cada punto de acceso (AP) soporta un grupo pequeño de clientes y cubre un rango limitado.

1.6.2.3. Canales y banda de frecuencia

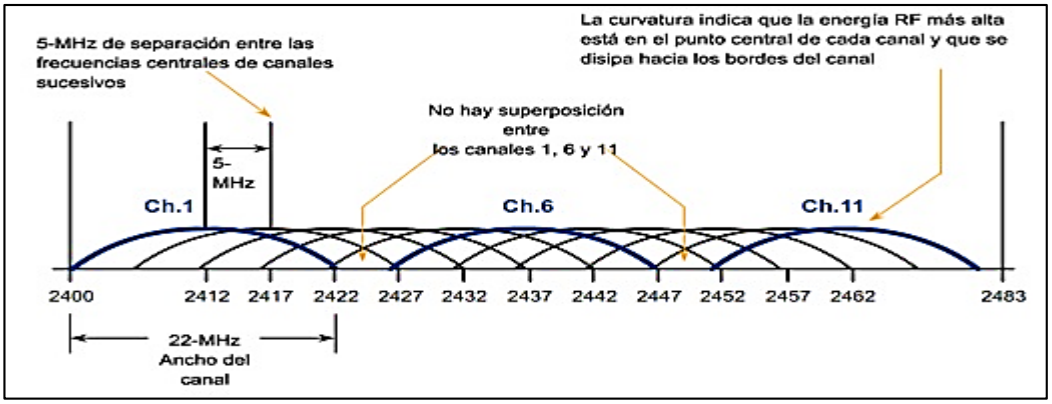
Los canales son los distintos intervalos de frecuencia donde trabajan las redes WLAN estandarizada IEEE 802.11 que utilizan las bandas de frecuencias de:

A. La banda de 2,4 GHz que fue declarada por el UIT como banda no licenciada para equipos Industriales, Científicos y Médicos (ISM), esta banda comprende frecuencia entre 2.400 y 2.4835 GHz, para redes WLAN que requiere un ancho de canal de 20 – 22 MHz como se muestra en la figura Nº 2, el esquema está divido en 14 canales de diferentes frecuencias, el problema de estos canales es que se solapan normalmente

a cuatro canales continuos formando un problema de congestión en las redes, por tal motivo la UIT recomienda que no se debe escoger canales en el mismo sitio de cobertura, por ejemplo en el figura Nº 2 si se aprovecha el canal 1, los canales 2, 3, 4, 5 no se puede utilizar, los canales 1, 6, 11 no se sobreponen considerados canales adyacentes y estos si se pueden usar al mismo tiempo en una locación.

FIGURA Nº 2

ESQUEMA DE CANALIZACIÓN PARA LA BANDA DE 2,4 GHZ

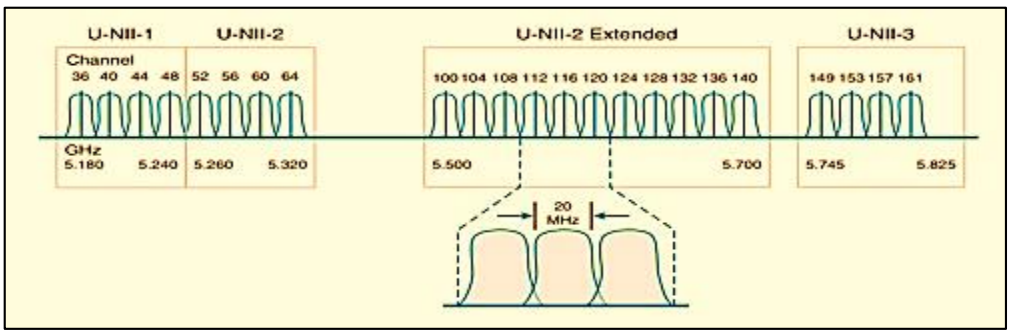


Fuente: http://omicrono.elespanol.com
Elaborado por: Becerra Fran

B. En cambio la banda de 5 GHz consta en cuatro sub-banda: UNII-1 (Unlicensed National Information Infrastructure), UNII-2, UNII-2 Extended, UNII-3 siendo la banda UNII-3 no gratis a nivel mundial, operan en un espectro más amplio con 23 canales que no se solapan en un ancho de 20 MHz como se observa en el figura Nº 3 (Donovan, 2013).

FIGURA Nº 3

ESQUEMA DE CANALIZACIÓN DE LA BANDA 5 GHZ



Fuente: http://www.digikey.com/en/articles
Elaborado por: Donovan John

1.6.2.4. Estándar IEEE para WLAN

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) es un organismo que se dedica a colaborar y desarrollar estándares o normas en el campo de las telecomunicaciones, para la creación de redes de área local inalámbricas (WLAN) conocidas también como Wi-Fi estandarizada IEEE 802.11.

A continuación se detallan las versiones de la norma IEEE 802.11 más importante:

IEEE 802.11 legacy

Versión original del estándar IEEE 802.11 que especifica dos velocidades de trasmisión 1 y 2 Mbps, utiliza las señales infrarrojas para la trasmisión en la banda base de 2,4 gigahercio (GHz). (ieeestandards, 2017)

IEEE 802.11b

Funciona en la banda de 2,4 GHz, se encentra dividido en 14 canales cada uno con un ancho de banda de 22 MHz, logrando velocidades máxima de trasmisión de 11 Mbps.

IEEE 802.11a

Opera en la banda de 5 GHz, tiene menor alcance en comparación al estándar IEEE 802.11b pero compensa en su velocidad de trasmisión llegando alcanzar los 54 Mbps.

IEEE 802.11g

Utiliza la banda de 2,4 GHz, permitiendo velocidades de 54 Mbps, su alcance es más amplio que el IEEE 802.11a.

IEEE 802.11n

A diferencia de las anteriores, este estándar permite trabajar en las dos bandas de 2,4 y 5 GHz respectivamente, siendo compatible con todos los dispositivos utilizados en las versiones anteriores, su velocidad de trasmisión teóricamente puede alcanzar los 300 Mbps (Valdivia, 2014).

IEEE 802.11ac

Conocido como Wi-Fi 5G, es sucesor del estándar IEEE 802.11n mejorando su tasa de trasferencia de flujo de datos hasta 433 Mbps, utiliza la banda de trasferencia de 5 GHz y velocidades de trasmisión que puede llegar teóricamente a los 1.3 Gigabit por segundo (Gbps) Valdivia, (2014).

En la tabla Nº 1 se detalla la comparativa entre las versiones del estándar IEEE 802.11.

TABLA Nº 1

COMPARATIVA DE LAS VERSIONES MÁS RELEVANTE DEL ESTÁNDAR IEEE 802.11

Estándar	Frecuencia	Velocidad de trasmisión	Velocidad de trasmisión (Max)	Ancho de banda	Rango (Interior) Mts.	Rango (Exterior) Mts.
802.11 legacy	2,4 GHz	1 Mbps	2Mbps		-	-
802.11b	2,4 GHz	6,5 Mbps	11 Mbps		35	140
802.11a	5 GHz	25 Mbps	54 Mbps		35	120
802.11g	2,4 GHz	25 Mbps	54 Mbps	20 MHz	38	140
802.11n	2,4 o 5 GHz	200 Mbps	300 Mbps	40 MHz	70	250
802.11ac	5 GHz	1000 Mbps	1300 Mbps	160 Mhz	90	100

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

1.6.2.5. Topología de las redes de área local inalámbricas

Las redes WLAN tienen dos formas de operan según su topología Ad-Hoc e infraestructura.

1.6.2.5.1. Topología Ad-Hoc

Cada dispositivo se puede comunicar entre sí, formando una red de igual a igual (Peer to Peer). Consiste en que dos nodos conocidos como estaciones, que se encuentren dentro del mismo rango al compartir parámetros en común capaces de comunicarse y formar una WLAN. La primera estación define los parámetros de radio y el nombre de la conexión; las otras estaciones detectan la conexión y ajustan sus parámetros para conectarse a la primera estación y a los demás que se conecten. Es decir en esta topología la información viaja directamente entre la estación trasmisora y la estación receptora sin pasar por ningún otro dispositivo, se observa en la figura Nº 4.

FIGURA Nº 4

ESQUEMA DE UNA RED AD-HOC

Fuente: http://karolcasierra.blogspot.com/2013/04/red-ad-hoc-movil-caracteristicas-y.html
Elaborado por: Karol Casierra

En cuanto las estaciones están conectadas entre sí, se forma un Conjunto Básico de Servicios (BSS) las redes Ad-Hoc no dependen de ningún punto de acceso para la señalización esto lo realizan las estaciones

mismas que la forman, por lo que también son conocidas como Conjunto Básico de Servicios Independientes (IBSS).

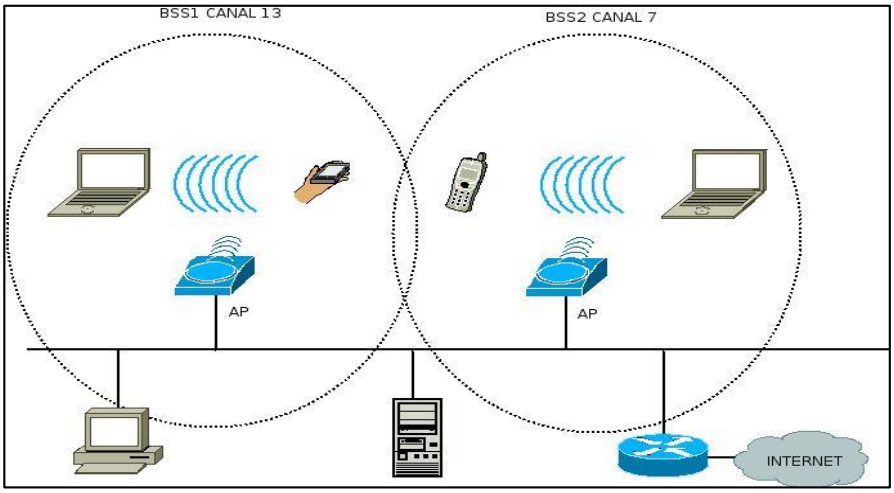
1.6.2.5.2. Topología de Infraestructura

A diferencia de las redes Ad-Hoc, los autores Neil & Seide, (2011) definen a la topologia de Infraestructura “que utiliza un nodo central llamado Punto de Acceso (AP) que sirve de enlace y envía la información a las demás estaciones inalámbricas o cableada”, estas estaciones deben estar en el mismo rango de cobertura del AP para establecer una conexión.

Un AP es un dispositivo que ofrece un BSS como en una red Ad-Hoc, pero no un IBSS porque del AP depende la conexión de las estaciones, en la figura Nº 5 se presenta una red WLAN en modo infraestructura.

FIGURA Nº 5

RED INALÁMBRICA EN MODO INFRAESTRUCTURA



Fuente: Libro Informáticos Generalitat Valenciana Grupos. Temario Bloque Específico.
Elaborado por: Moliner López Francisco

1.6.2.6. Redes convergentes

Las redes convergentes o de multiservicios son las que integran servicios de voz, datos y video en una misma plataforma, utilizando para la transmisión las redes basada en el protocolo de internet, siendo de vital

importancia para las empresas que requieren hacerse de estos servicios, tradicionalmente estas redes se encontraban independientemente ya que requiere de una infraestructura de red de área local (LAN) adecuada, es por eso que se debe tener equipos que cumplan especificaciones técnicas apropiadas para el correcto funcionamiento de estos servicios.

1.6.2.7. Calidad de servicio en redes inalámbricas

El tráfico de la voz en redes inalámbricas, es susceptible a varios factores como el retraso, fluctuación y pérdida de paquetes. Estos son algunos problemas que afecta en la comunicación entre usuarios finales, de esta manera surge la Calidad de Servicio (QoS) como tecnología que garantice un bajo retardo, perdida de paquetes y jitter, ya que la voz requiere un nivel de prioridad para su trasmisión (Cisco Systems, 2008).

Una de las recomendaciones que da Cisco Systems es utilizar LAN Virtuales (VLAN) separando la voz y datos, aislando una VLAN para brindarle QoS con la finalidad de dar un tratamiento prioritario a los paquetes de voz cuando fluye por medio de la red IP. En las redes que brindan el servicio VoIP se presentan varios problemas que se mencionan a continuación:

Retardo o Latencia: Ocurre cuando los paquetes que se envían de un punto a otro toman un largo período en llegar a su destino, esto se presenta a que estos paquetes permanecen en largas colas o tomen una ruta menos directa. Un retardo considerable en él envió de paquetes puede afectar la comunicación mediante VoIP, la especificación UIT G.114 recomienda un retraso unidireccional menor a 150 milisegundos para tráfico en tiempo real como la voz (Vázquez & Álvarez, 2015).

Jitter: Es la variación en el que demora en la trasmisión de los paquetes de voz de un destino a otro, esta variación de retardo se la conoce como jitter, pudiendo afectar la calidad de la comunicación, de la misma forma la

UIT G114 recomienda que esta variaciones no deben ser inferiores a 100 milisegundos.

Perdida de paquetes: Es el número de paquetes perdidos en una red mientras se trasmiten el tráfico de VoIP de un lugar a otro, esto se da por la señal nula en terminales o interferencias, por tal razón es permitido que la perdida de paquete sea inferior al 1 por ciento para evitar errores audibles (Cisco Systems, 2008).

1.6.2.8. Voz sobre IP (VoIP)

VoIP o vozIP hace referencia a la sigla en español voz sobre protocolo de internet, definido como una agrupación de recursos que cumplen la función de enviar la voz (digitalizada) mediante paquetes de datos en una red de protocolo TCP/IP, y no de manera analógica como el proceso de las centrales telefonías tradicionales que trasmite la voz mediante circuitos.

Juan Millán (2012) define a la VoIP como:

> **La principal tecnología que permite trasmitir voz sobre el protocolo IP. Está formada por un conjunto de normas, dispositivos y protocolos, que permiten enviar la señal de voz de manera digital, en forma de datos a través de una red de comunicaciones, en lugar de enviarla de manera analógica a través de una línea de telefonía convencional.**

Es por eso que hoy en día se pretende converger varios recursos para la trasmisión de datos, voz y video, ya que esta tecnología permite encapsular en paquetes de datos la voz y así poder trasmitir en redes IP y no mediante circuito conmutados convencionales (PSTN).

1.6.2.9. Telefonía IP

Aunque frecuentemente se utilizan como sinónimo Telefonía IP y VoIP,

existe una diferencia entre estos dos términos estrechamente relacionado, los autores Quispe y Suárez (2011) definen a la telefonia IP “Como un conjunto de nuevas funcionalidades de telefonia que se puede ofrecer gracias al envio de la voz sobre el protocolo IP en redes de datos TCP/IP” (p. 47).

La diferencia entre VoIP y Telefonía IP radica en que:

- VoIP es un grupo de recurso (normas, protocolos, dipositivos, códecs, dipositivos) que transmite la voz mediante la redes IP.

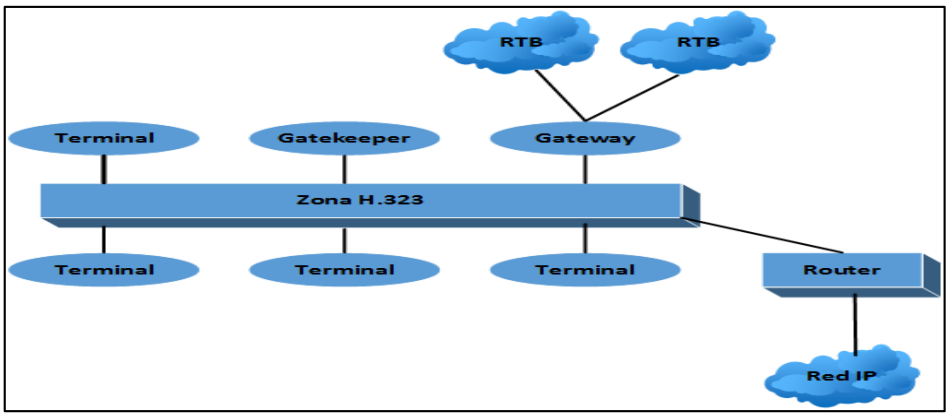
- En cambio la Telefonía IP es un sistema avanzando que transmite la voz mediante el protocolo de internet y tiene las bondades de la telefonía tradicional convencional, adicional agrega nuevas posibilidades como: los servicios de mensajeria y videoconferencia.

1.6.2.10. Arquitectura de una red VoIP

En la telefonía IP el cambio primordial se produce en la red de enlace, Basada en una red mediante el protocolo IP. Los elementos fundamentales que hace parte de la arquitectura según la recomendación H.323 consta en tres componentes: terminales, gatekeepers y gateways.

FIGURA Nº 6

ELEMENTOS EXISTENTES EN UNA RED DE VOIP



Fuente: Libro de Sistemas de telefonía
Elaborado por: José Damián Cabezas Pozo

Terminales: El elemento primordial para la comunicación VoIP entre los usuarios es el teléfono IP o cliente VoIP, que puede ser un dispositivo (físico o mixto) o un software (softphone) que permita trasmitir la voz a través de una red IP.

Las soluciones de software para teléfonos inteligentes que existente en el mercado son de gran variedad y están en constante desarrollo, estos pueden ofrecer características muy diversas y además el valor monetario de adquisición puede ser mucho menor que el de los terminales IP convencionales.

Gateway: se destacan tres manera de llamadas de voz mediante el protocolo IP, llamadas entre computadoras, de computador a teléfono y de teléfono a computador, siendo la función principal de las pasarelas (gateways) es que esta encargado de vincular la red VoIP con la red telefónica tradicional convencional, de esta manera se considera al gateway un medio que por un lado dispone de puertos LAN o WAN y por el otro de varios puertos RTB.

El autor Joaquín Andreu (2011) indica que:

> **Un gateway VoIP, gateway VozIP, o simplemente gateway IP, es un dispositivo de red que ayuda a convertir las llamadas de voz entre una red VoIP y la RTC. También convierte las llamadas de voz salientes de una red en llamadas IP, por la que actuaría como si fuese una centralita IP, evitando tener que invertir en un servidor VoIP. El gateway también sería una solución si se contratara una centralita virtual.**
> **El gateway pueden tener los siguientes conectores: FXO, FXS, E&M (para centralitas), BRI (RDSI banda estrecha), PRI (RDSI banda ancha) y E&M digital (G.703/G.704 para centralitas a 2 Mbps).**

Gatekeepers: Es el componente opcional de la arquitectura H.323, realizando dos funciones fundamentales como la administración y control

centralizados de ancho de banda para todos los dispositivos conectados a la red de datos brindando integridad para la misma, proporciona el servicio de Control de Admisión de Llamadas rechazando peticiones que provocan la saturación de la red, además sirve de traductor de números de los terminales a sus respectivas direcciones IP para enlazar las llamadas.

1.6.2.11. Protocolos usados en VoIP

Existen una gran variedad de protocolos implicados en la transmisión de datos en una red como el IP, TCP o UDP, es por eso que se destacan los protocolos que son fundamentales para la transmisión y señalización de la VoIP, el autor Landívar, (2009) para simplificar a los protocolos que se estudiaran en este proyecto se los divide en dos grupos.

1.6.2.11.1. Protocolos de Señalización

El objetivo de estos protocolos es de realizar tareas de establecimiento de sesión, control de progreso de llamadas, de crear un canal de comunicaciones, a través del cual fluya la información relevante de los clientes y liberar el canal al finalizar la comunicación. Encontrándose en la capa de sesión del modelo OSI, existen una variedad de protocolos de señalización desarrollado por organismo como ITU o IETF algunos de estos son (Landívar, 2009):

Protocolo H.323: Es un conjunto de normas creado por la UIT, que hace referencia a los componentes de una arquitectura VoIP, como terminales, equipos y servicios de señalización de la voz, video y datos, además los fabricantes de telefonía crean dispositivos bajo el enfoque de H.323 para garantizar la compatibilidad, entre la familia del protocolo H.323 se puede destacar uno de los protocolos clave como es el H.255.

H255: es un protocolo que describe cómo se puede gestionar y controlar

la información de audio, video, datos y en una red IP para proporcionar servicios de conversación en equipos H.323. Cumple dos partes fundamentales: La señalización de llamadas y RAS (Registro, Admisión y Estado).

Protocolo SIP: En sus siglas en español Protocolo de Inicio de Sesiones es un protocolo de señalización usado generalmente para los sistemas VoIP, permitiendo crear, configurar y finalizar sesiones para llamadas de voz o video conferencia mediante el internet. SIP esta estandarizado para que funcionen en la mayoría de los equipos basado en telefonía IP.

SIP especifica los comandos y respuestas necesarios para establecer, modificar y finalizar llamadas en tiempo real entre los usuarios, proporcionando servicios de seguridad, proxy y transporte. Es un protocolo de señalización extremo a extremo, considera a cada conexión como un par y se encarga de negociar las capacidades entre ellos (Nóvoa, 2012).

Para el presente proyecto se debe tomar en consideración los tipos de mensajes que se utiliza para el proceso de llamada utilizando clientes SIP.

TABLA Nº 2

TIPOS DE MENSAJES SIP

Métodos	Función
INVITE	Inicio de sesión
ACK	Confirmación de un establecimiento de sesión
OPTION	Solicitud de información de capacidades
CANCEL	Cancela una petición pendiente sin influir en la sesión o llamada establecida y aceptada.
REGISTER	Registro de dirección SIP e IP.
BYE	Finalización de sesión
NOTIFY	Notificación de evento

Fuente: https://seguridadyredes.wordpress.com/2010/04/05/wireshark-captura-conversaciones-voip-protocolo-sip-sdp-y-rtp-extraccion-de-audio/
Elaborado por: Alfon

Protocolo IAX: (Inter Asterisk eXchange) es un protocolo abierto, desarrollado por Asterisk como variante de SIP y H.323, En lugar de utilizar Protocolo de Tiempo Real (RTP), utiliza el Protocolo de Datagramas de Usuarios (UDP) empleando un único puerto el 4569 tanto para señalización y datos requiriendo menos ancho de banda y porque prioriza los paquetes de voz en una red IP, una de sus desventajas es que permite un número menor de llamadas.

Protocolo XMPP: Sus siglas en español protocolo extensible de mensajería y comunicación de presencia, es una ventaja utilizar este protocolo de mensajería instantánea para los clientes, ya que en la actualidad existen muchas aplicaciones compatibles con este estándar, además de ser probado, abierto, seguro y basado en Lenguaje de Marcas Extensible (XML).

1.6.2.11.2. Protocolos de transporte de voz

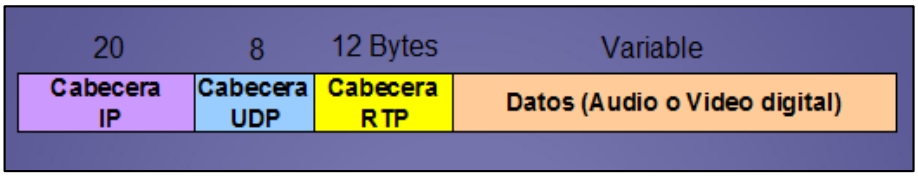
Grupos de estándares que definen, como se debe transporta la voz de extremo a extremo, con un retardo mínimo para una conversación fluida, entre los protocolos de transporte se destacan: RTP (Real-Time Transport Protocol) y RTCP (RTP control Protocol).

Protocolo RTP: El Protocolo de Transporte en Tiempo-Real, publicado por primera vez en 1996 por el grupo de transporte de audio y video del IETF diseñado para soportar videoconferencia y telefonía IP con múltiples participantes de extremo a extremo en tiempo real (Rouse, 2008).

RTP opera junto al protocolo de Control RTP (RTCP), mientras RTP transporta la voz o audio a través de servicios de red multifunción no abarca la reserva de recursos, RTCP hace posible controlar la entrega de datos de manera escalable y monitorea para conocer si hay perdidas de paquetes de esta manera solucionar problemas de retardos.

FIGURA Nº 7

DATAGRAMA RTP



Fuente: Libro de Sistemas de telefonía
Elaborado por: José Damián Cabezas Pozo

Además el RTP opera bajo el protocolo UDP resolviendo el desorden en la recepción de los paquetes a través de la asignación de números de secuencias en la cabecera RTP, en la figura Nº 7 se observa los componentes de la estructura de un datagrama RTP.

Dentro de la cabecera RTP se destacan tres componentes que se explican a continuación:

Tipo de carga útil: Específica el formato de datos sea audio o video, además indica el códec que se emplea y como esta codificado para que el receptor realice la decodificación correctamente.

Número de Secuencia: Permite al receptor el número de secuencia para conocer los paquetes enviados ayudando también cuando hay congestión en la red y saber que paquetes se perdieron (Huidobro Moya, 2007).

Marca de tiempo: Muestra el instante de la primera muestra en un paquete de datos, se calcula con un incremento monótono y lineal permitiendo sincronización (Flores Vivas, 2007).

1.6.2.12. Códec de audio

La señal de audio se la representa como una secuencia de muestras en el caso de VoIP, por eso es necesario comprimir la voz para reducir el

consumo de ancho de banda para su trasmisión, la compresión y descompresión es manejado por algoritmos espaciales que son llamados códec (codificador/decodificador) (Tocar, 2008).

G.711

Este códec tiene dos variantes: A-LAW que se utiliza en Europa y en conexiones telefónicas internacionales y U-LAW se utiliza en los EE.UU y Japón. Se utiliza libremente en las aplicaciones de VoIP ya que no existen derechos de licencia y funcionan mejor en redes de área local donde hay gran cantidad de ancho de banda disponible (Tocar, 2008).

G.729

Es un códec que utiliza licencia de pago, es un códec que tiene bajos requerimientos de ancho de banda, pero ofrece una buena calidad audio ya que su algoritmo no es posible que sea replicado. En instalaciones grandes o en infraestructuras que tengamos inconvenientes porque el valor del ancho de banda se dispara en precio, este códec podría ser muy sugestivo ya que realmente no es muy costoso.

G.723

Este códec es uno de lo más usado ya que ofrece un equilibrio entre ancho de banda, calidad y consumo, y se utiliza conjunto con el códec de video H.323. En Asterisk solo puede ser usado en el modo pass-thru (comunicaciones directas), este códec no es gratuito y se encuentra bajo estándares de la ITU-T.

GMS 06.10

Este códec se creó para ser utilizado en redes móviles GSM, diseñado

por el European Telecommunications Standars Institute y que puede ser utilizado libremente en aplicaciones VoIP de código abierto. Existen diferentes tipos de códec de audio que pueden ser utilizados en un sistema VoIP, por tal razón se realiza una comparativa entre ellos para conocer cuál sería el que presta mejor calidad y velocidad para la trasmisión de la voz.

TABLA Nº 3

COMPARATIVA ENTRE CÓDEC DE AUDIO

Códec	Medio de compresión	Tasa de bits	Factor de compresión
G.711	PCM (Modelación por codificación de pulso	64 Kbps	1
G.729	CS-ACELP (Predicción lineal algebraica de estructura conjugada excitada por código	8 Kbps	8
G.723	MP-MLP (Cuantización multipulso)	6,3 Kbps	10
GSM	ACELP (Predicción Lineal Algebraica Excitada por código	5.6 Kbps	12

Fuente: Libro de Sistemas de telefonía
Elaborado por: Contero

1.6.2.13. Software Para Telefonía IP

En la actualidad existe un sinnúmero de software distribuidos para VoIP que realizan las mismas funciones que una central telefónica, para este estudio se mencionan los probados por el autor y que se pueden descargar de manera gratuita.

AsteriskNOW: Es un software de código abierto y gratuito por ser de lincencia GLP (Licencia Publica General), basada en Asterisk que integra varias características de una central PBX. Permite instalar de manera sencilla y establecer configuraciones mediante el interfaz gráfico, basado

en los sistemas operativos Fedora y CentOS, su principal ventaja es la estabilidad y compatibilidad con plugins para el desarrollo de un sistema de comunicaciones unificado (Digium, 2017).

Elastix: Es una distribución basada en Asterisk libre y gratuita de Servidor de Comunicaciones Unificadas desarrollada por PaloSanto con características similares a una PBX, fácil de instalar bajo el sistema operativo CentOS y mediante su entorno gráfico web es sencillo al configurar y administrar, su principal objetivo son la fiabilidad, la modularidad y la facilidad de su uso, pensando en todo en uno permite añadir módulos para unificar las comunicaciones (PaloSanto Solutions, 2016).

Elastix ofrece servicios como:

- Llamadas
- Email
- Soporte para softphone
- Interface de configuración Web
- Sala de conferencias virtuales
- Grabación de llamadas

Trixbox: Es una distribución de Asterisk que proporciona paquetes de telefonía IP de código abierto, operan bajo el sistema operativo CentOS, por ser la primera distribución todo en uno es muy robusto, pero por su antigüedad algunas de sus funcionalidades están atrasadas en comparación al resto.

FreeSWITCH: Es una plataforma de comunicaciones de código abierto basado en la Licencia Pública de Mozilla escrito en el lenguaje C, se considera un soft-witch de telefonía PBX cumples las mismas funciones que Asterisk pero con la ventaja de poder manejar miles de llamadas al

mismo instante, es compatible con varios protocolos como: SIP, H.323, XMPP, etc. Y fue diseñado principalmente para provechar su arquitectura modular y es uno de los pocos software de comunicación unificada que se ejecuta en el sistema operativo Windows o Mac OS (FreeSWITCH, 2016).

1.6.2.14. Tabla comparativo entre los software de Telefonía IP

A continuación se mencionan la comparación de los softwares de plataformas de comunicaciones, para conocer de acuerdo a sus características el que mejor se ajuste al presente proyecto para la realización del prototipo de central virtual VoIP.

TABLA Nº 4

COMPARACIÓN DE SOFTWARE LIBRE PARA CENTRALES PBX VIRTUALES

Características del software	AsteriskNOW	Elastix	Trixbox	FreeSWITCH
Características generales				
Última versión	10.13	5.0	2.2.8	1.6
Género	PBX basada en Asterisk	PBX basada en Asterisk	PBX basada en Asterisk	Softswitch PBX
Arquitectura	Modular pero muy conservadora	Modular pero muy conservadora	Modular pero muy conservadora	Modular con funcionalidades independientes dividido por capas
Licencia	General Public License GPL	General Public License GPL	General Public License GPL	Licencia Publica de Mozilla (MPLLI)
Cantidad máxima de usuarios	Para empresa de 2 a 500 usuarios	Para empresas de 2 a 1000 usuarios	Para empresa de 2 a 500 usuarios	Para empresas que proveen el servicio de telefonía IP
Escalabilidad	Si	Si	Si	Si
Plataforma PBX	Basado en PC	Basado en PC	Basado en PC	Basado en PC
Sistema operativo base	Linux, CentOS	Linux, CentOS	Linux, CentOS	Windows, Mac, Linux.
Base de datos	MySQL	MySQL	MySQL	MySQL
Servidor Web	Apache	Apache	Apache	Apache
Soporte de Hardware				
Memoria RAM mínima	384 MB	256 MB	256 MB	256 MB

Interfaces	TI/EI, PRI, FXS, FXO	TI/EI, PRI, FXS, FXO	TI/EI, PRI, FXS, FXO	TI/EI, PRI, FXS, FXO
Tipos de teléfonos que soporta: Analógico/digital/softphone	Si/Si/Si	Si/Si/Si	Si/Si/Si	Si/Si/Si
Llamadas voz sobre IP				
Control de llamadas	Si	Si	Si	Si
Soporte de llamadas simultaneas	1000 llamadas	Más de 1000 llamadas	1000 llamadas	1000 llamadas
Soporte de protocolos	SIP, IAX2, MGCP, H.323, SCCP	SIP, IAX2, MGCP, H.323, SCCP, FXS, FXO, PRI	SIP, IAX2, MGCP, H.323, SCCP, FXS, FXO, PRI	SIP, IAX2, MGCP, H.323, SCCP, FXS, FXO, PRI
Soporte de Códec de audio	G.711, G.729, G.723.1, GSM, G.726, iLBC	G.711, G.729, G.726, G.722, G.723.1, GSM, G.726, iLBC	G.711, G.729, G.726, G.723.1, GSM, G.726, iLBC	G.711, G.729, G.726, G.722, G.723.1, GSM, G.726, iLBC, AMR

Fuente: Adaptado de Augusto Reyes, Fernando. C. (2010). Implementación de un prototipo para telefonía IP utilizando software libre, para el distrito Metropolitano de Quito. Escuela Politécnica Nacional.
Elaborado por: Culqui Medina Alexandra Nataly

Para la selección del software de acuerdo a las características de la tabla Nº 4 se puede observar que AsteriskNow, Elastix y Trixbox tienen funciones similares por estar basado en Asterisk, ya que los cuatros son de código abierto y se lo puede descargar de manera gratuita, mientras FreeSWITCH es una plataforma flexible para la telefonía IP y basado en Windows, pero se puede tener ciertos problema en el proceso de instalar y configurar en dicho sistema operativo como en el caso de no reconoce de manera WLAN los clientes SIP que se crearon en el servidor.

Se podría considerar que los cuatros software ofrecen servicios similares y pueden satisfacer los requerimientos de pequeñas y medianas empresa, pero mediante el análisis bibliográfico de otras fuentes y la experimentación en la instalación de los software, el que mostro menos problemas fue Elastix, que es fácil de instalar y su administración en el entorno web permite crear y monitorear extensiones de manera sencilla, además permite agregar plugins como es el caso del servicio de mensajería instantánea.

1.6.3. Fundamentación Legal

1.6.3.1. Constitución Política de la república del Ecuador

En la constitución de la república en su sección Octava denominada la educación en el Art. 75 expresa que el estado ecuatoriano destaca que las funciones principales de las instituciones educativas tienen que fomentar la investigación científica, formación profesional y el desarrollo para brindar una educación a los ciudadanos donde sean capaces de brindar y contribuir soluciones a los problemas del país, véase en Anexo Nº 1.

De la misma manera en la sección novena de la ciencia y tecnología en el Art. 80 hace mención que el estado Ecuatoriano promoverá la ciencia y tecnología en todo ámbito educativo brindado por las instituciones, así mismo el estado avala la libertad del desarrollo científico y tecnológico, protegiendo legalmente los resultados obtenidos.

1.6.3.2. Reglamento General a la ley Orgánica de Telecomunicaciones

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) registro oficial Nº 439 indica en el Art. 2 en la parte de Anexos 1 que la ley se aplica a toda función de establecimiento, explotación de redes y del espectro radioeléctrico, para el desarrollo de este proyecto es necesario cumplir con los deberes y derechos para no incumplir la ley que perjudique a los prestadores de servicios y a los usuarios.

En el título II redes y prestación de servicios de telecomunicaciones de la LOT en el artículo 9 expresa que para el uso de las redes WLAN se deben seguir políticas y pautas de precaución o prevención, con el objetivo de garantizar la integridad física de los trabajadores en este caso de la clínica. Además menciona en el Artículo 12.- El estado ecuatoriano apoya

a que las instituciones promuevan la convergencia de los servicios sean esto voz y datos.

El artículo 13 indica que toda persona en su beneficio puede instalar redes LAN en su propiedad siempre y cuando se cumpla con los reglamentos regulatorios en explotar los servicios.

1.6.3.3. Reglamento de la investigación científica y tecnológica en la Universidad de Guayaquil.

En la ley de la Universidad de Guayaquil en el Art. 1 alude que sus objetivos en el entorno investigativo están concebidos como parte de un proceso de enseñanza único, de carácter docente investigativo, encaminado a los reglamentos del Estatuto Orgánico, para que los estudiante accedan al conocimiento de la realidad nacional y el desarrollo de ciencia y tecnología, con la capacidad de dar soluciones a los problemas del país.

En la parte de Anexos Nº 1 se detallan los artículos referentes al presente proyecto.

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

Antes de detallar el diseño, la modalidad y el tipo de investigación que sigue el proyecto se debe considerar que tipo de enfoque destaca en nuestro estudio.

Enfoque Cualitativo

El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados y se obtiene mediante las perspectivas y puntos de vistas de los involucrados en este caso los administradores y los trabajadores de la clínica, además se recolectan datos mediante la observación para detallar la situación del problema a resolver.

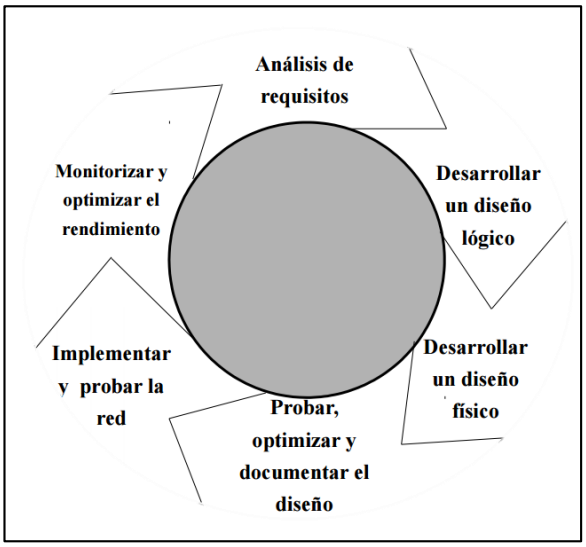
2.1. Metodología Top-Down

El proyecto sigue la metodología Top – Down de CISCO ya que se pretende cubrir la necesidad de comunicación que tiene la clínica, siguiendo el diseño Top – Down para la propuesta, nos permite comprender mejor a los requerimientos del cliente, antes de seleccionar los componentes tecnológicos específicos, asimismo permite diseñar la red de manera lógica y física sometiéndose a cambios a medida que más información se recopile. La metodología Top – Down describe diversas fases como se muestra en la figura Nº 8.

El diseño de la red inalámbrica atraviesa estas fases del diseño Top – Down, cada una de las mismas cumple con su función específica y se relacionan entre sí, cabe recalcar que este proyecto se limita a las cuatros primeras fases que se detallan a continuación.

FIGURA Nº 8

CLICLO DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED



Fuente: Cisco Systems
Elaborado por: Cisco Systems

Fase 1.- Análisis de requerimiento: Realizar entrevistas informales al administrador de la clínica, para conocer el estado actual de la red y saber los requerimientos de acuerdo a la necesidad que se presenta, además se identifica que tipo de aplicaciones utilizan actualmente y el ancho de banda que les brinda el ISP para saber si es el adecuado para el servicio de VoIP de acuerdo al tamaño de usuarios.

Fase 2.- Desarrollar un diseño lógico: En esta fase se diseña el esquema lógico de la red inalámbrica, de acuerdo a los requerimientos que presenta la clínica en la fase 1, esta fase parte del diseño de la topología adecuada para la clínica, luego se determinar el direccionamiento IP de la red, así como la configuración de los conmutadores, de manera que la red inalámbrica soporte el servicio de VoIP y las aplicaciones que utiliza la clínica.

Fase 3.- Desarrollar un diseño físico: En la presente fase se selecciona las tecnologías específicas y los dispositivos que se encuentra actualmente en el mercado, esto en base a la repuesta de la tecnología utilizada en el diseño lógico, con la finalidad de satisfacer los

requerimientos de acuerdo al diseño propuesto.

Fase 4.- Probar, optimizar y documentar el diseño: Se simula la propuesta de red en la herramienta Packet Tracer, para conocer si se cumple el diseño lógico, de la misma forma se implementa una central telefónica VoIP virtual, para conocer el servicio que se pretende brindar en la clínica y s detalla los precios como referencia para que en un futuro la clínica pueda ejecutar este proyecto.

2.2. Diseño de la investigación

El diseño del proyecto según la clasificación de Campbell y Stanley es de investigación experimental ya que mediante el diseño de la red inalámbrica se construirá una central telefónica IP virtual, y para el correcto funcionamiento del sistema se configurará realizando pruebas.

Para Gómez (2016, p. 87) manifiesta que el diseño experimental es:

> **Un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independiente (supuestas causa-antecedentes), para analizar l87as consecuencias que la manipulacion tiene sobre una o mas variables dependientes (supuestos efecto-consecuentes), dentro de una situacion de control creada por el investigador.**

La implementación de una central telefónica IP virtual conlleva al diseño experimental configurativo con el software adecuado y asociándola con los demás componentes para brindar una extensión a los teléfonos inteligentes y se analizará el comportamiento de estas tecnologías llevando a cabo pruebas satisfactorias.

2.3. Modalidad de la investigación

Este proyecto se fundamenta en la modalidad de proyecto factible

basada en la investigación bibliográfica y de campo, a causa de que se busca cubrir una necesidad o problema de carácter práctico de la clínica surgiendo la propuesta del diseño de la red inalámbrica para el servicio de VoIP, en busca del beneficio de los trabajadores de la clínica García y de los pacientes.

Para la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2002, p. 7):

> **El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de campo, o en una investigación de tipo documental; y puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.**

También se considera al presente proyecto como la modalidad de investigación de campo ya que se va requerir de técnicas con la finalidad de obtener datos necesarios en contacto directo con el objeto de estudio, la información recopilada para la ejecución del proyecto son datos reales de la clínica y maternidad García que sirven de ayuda para el diseño de la red inalámbrica para el servicio de VoIP.

2.4. Tipos e instrumentos de la investigación

2.4.1. Tipos de investigación

El proyecto se lo considera de enfoque cualitativo basada en los tipos de investigación descriptiva y bibliográfica.

Investigación descriptiva

Es de tipo descriptiva, ya que para alcanzar los objetivos planteados es necesario el análisis de la situación actual de la clínica, así como la red con

el fin de detallar las características del diseño de la red inalámbrica para el servicio de VoIP.

Investigación bibliográfica o documental

El proyecto parte de una investigación documental ya que se fundamenta en la compilación de documentos tales como: tesis de grados, revistas, blogs y libros respeto al tema determinado, estas fuentes secundarias sirven de base para la construcción del marco teórico, de la misma manera para adquirir conocimientos de experimentos o pruebas ya realizadas para adaptarla al diseño.

2.4.2. Instrumento de la investigación

Observación

Para Gómez (2006) “La observación radica en el registro sistemático, valido y confiable del comportamientos de los objetos de estudio” (Pág. 134). En el proyecto se utiliza como instrumento para el análisis de la situación actual de la infraestructura de la clínica tales como la cobertura y el ancho de banda que posee la institución, de la misma forma se pretenden conocer los requerimientos para el diseño que propone de la nueva red.

2.5. Variables de la investigación

Las variables de investigación son factores que pueden ser manipulados, observado y a su vez medidos, en la investigación se definieron dos tipos de variables independiente y dependiente.

2.5.1. Tipos de variables a medir en la investigación

Variable independiente: Diseño de una red inalámbrica para el servicio de VoIP.

Variable dependiente: Reducción de costos y optimización de la administración en el sistema de telefonía.

2.6. Fase 1: Análisis de requerimiento

2.6.1. Análisis de los objetivos y limitaciones técnicas

Tomando en cuenta que la clínica y maternidad García no tiene una red inalámbrica y que cumpla con las características para el servicio de VoIP, se sugiere el siguiente análisis.

Escalabilidad

Considerando el número de equipos activos de la empresa que se pueden conectar a la red, se puede apreciar que la actual red LAN de la clínica tiene un déficit en escalabilidad y el diseño topológico se encuentra descentralizado, esto ocasiona que no pueda adaptarse de manera eficiente al crecimiento del uso de la red.

Disponibilidad

Este punto se refiere al tiempo que la red esté disponible para los usuarios. La red se podrá usar todo el día, los siete días de la semana, para saber la disponibilidad reflejada en porcentaje se emplea la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}\right) \text{X}100$$

Siendo MTBF el tiempo medio entre errores de errores y MTTR el tiempo medio de recuperación que es el tiempo que se tomara para reparar después de que se produzca un error, tomando en cuenta que la red este trabajando las 24 horas del día lo que nos da 720 horas apropiadamente al

mes, que haya un evento de tres errores durante este periodo y aplicando la fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{720}{720+3}\right) \text{X}100$$

La disponibilidad de que pase operativa la red será 99.59% por semana lo cual se considera una tasa aceptable para los trabajadores de la empresa, las restricciones se pueden dar por apagones eléctricos, fenómenos naturales, etc.

Confidencialidad

Se pretende autorizar solo al administrador el acceso al servidor VoIP para evitar o restringir el acceso al servidor a intruso.

Facilidad de uso

Los trabajadores pueden acceder mediante su teléfono inteligente al servicio de VoIP mediante la aplicación Zoiper y Xabber de una manera fácil y hacer uso de ellos en todo momento.

Adaptabilidad

Se propone un diseño que sea flexible, y se adapte a cualquier cambio ya sea nuevas tecnologías o sistemas.

2.6.2. Descripción de la Situación actual de la clínica y maternidad García

Para comenzar la fase 1 del diseño a seguir Top-Down, se detalla en esta parte los datos más relevantes de la clínica y maternidad García donde

se lleva a cabo la propuesta, la información requerida que sirve para el análisis y el estudio del mismo.

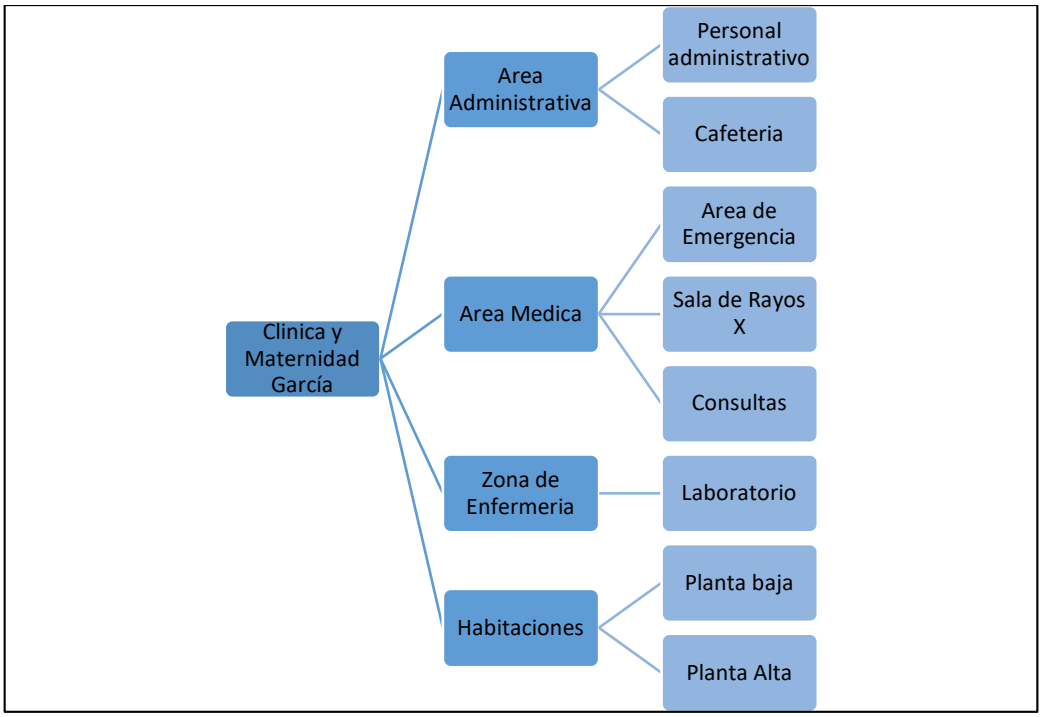
Datos técnicos

- **Lugar:** Clínica y maternidad “García”
- **Dirección:** Cdla. Santa Paula, av. Punta carnero
- **Ciudad:** Salinas

Esquema organizacional

FIGURA Nº 9

ESQUEMA ORGANIZACIONAL DE LA CLÍNICA



Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

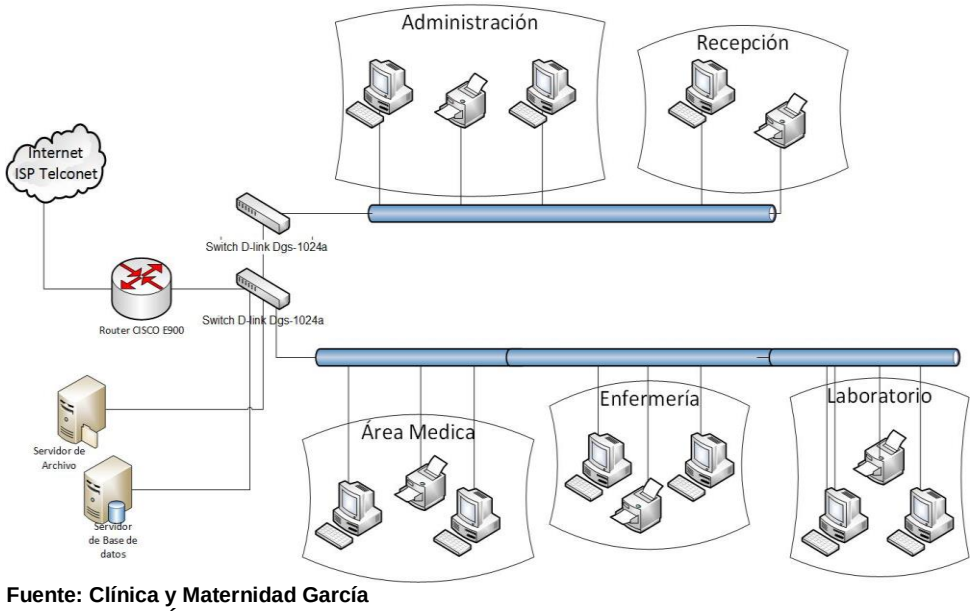
Se crea un bosquejo del esquema organizacional de la clínica el cual se observa en la figura Nº 9, de esta manera se puede conocer el número de beneficiarios del proyecto, además para que se comprenda mejor el estado actual de la red cableada de la clínica y el flujo de datos de acuerdo a las áreas de la institución.

2.6.3. Situación actual de la red LAN de la clínica

La clínica actualmente cuenta con una red LAN cableada básica, la cual parte del área administrativa donde se encuentran los dispositivos que proveen internet, partiendo de un enlace de fibra óptica que trasmite la conexión mediante un router Cisco E900 que es el enrutador central (Router CORE) facilitado por el proveedor del servicio de internet (ISP) Telconet – Netlife, la red se compone mediante un switch D-link Dgs-1024a de 24 puertos y otro de la misma marca de 8 puertos, las conexiones físicas del cableado de la red se caracterizan por el uso del cable UTP categoría 5e, con 20 puntos de red que se distribuyen por el edificio para interconectar los dispositivos finales, en la figura Nº 10 se aprecia el esquema físico de la red LAN de la clínica.

FIGURA Nº 10

ESQUEMA DE LA RED CABLEADA ACTUAL DE LA CLÍNICA



Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Por otra parte, la clínica cuenta con dos servidores: el servicio de archivo que se utiliza para los sistemas de estadísticas, detalles de recursos humanos y todo tipo de información relevante de la empresa. El servidor de datos que permite registrar, controlar y procesar información del paciente

para el servicio de salud que requiera, estos servidores están conectado por cableado directo desde sus NIC Ethernet a unos de los puertos de switch D-link, que a su vez todos los dispositivos conectado a la red cableada tienen acceso a ellos.

Se hace mención que la clínica no cuenta con un departamento de Sistemas o TIC, que administre de manera correcta la red y los servidores, razón por la cual la infraestructura de la red es limitada, ya que no se encuentra bien estructurada, además no se lleva un registro de las direcciones IP estáticas de los equipos, es por eso que se maneja en la actualidad mediante el servicio de IP dinámica otorgado por el router del proveedor de internet Netlife.

- **IP:** 192.168.1.1
- **Máscara de red:** 255.255.255.0
- **Puerta de enlace:** 192.168.1.1
- **DNS:** 186.101.109.18

Números de usuarios de la empresa

Se detalla los usuarios de cada área que requieren de una computadora para realizar sus labores, así mismo cuentan al menos con una impresora por departamento, las PC Se caracterizan por tener instalado el sistema operativo Windows 7, en la tabla Nº 5 se clasifican los departamentos, el número de usuarios y la estimación PC o impresora que se interconectan a la red actual.

TABLA Nº 5

NÚMERO DE USUARIOS Y DEPARTAMENTOS

Departamento	Nº de Usuarios	Computadora	Impresora
Administración	4	3	2
Emergencia	2	1	-

Rayos X	1	1	-
Consultorios	6	6	6
Laboratorio	2	2	1
Imagenología	1	1	1
TOTAL	14	12	8

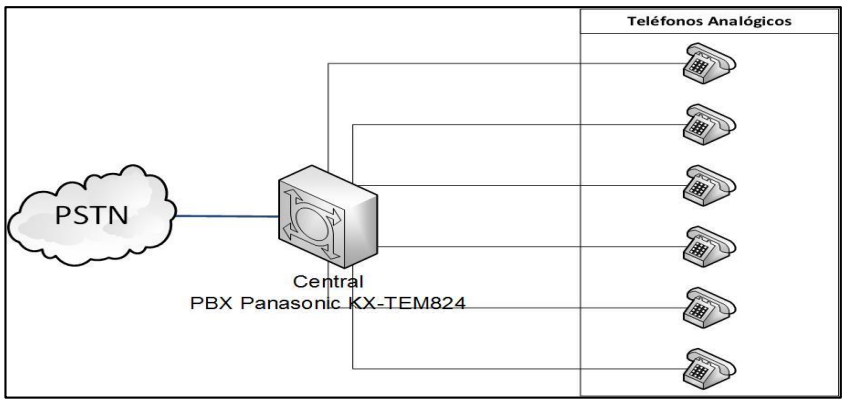
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Ancho de banda actual de la red

En la actualidad la clínica cuenta con un enlace de fibra óptica de 10 Mbps de subida y de bajada respectivamente, conectado a un router Cisco E900 administrable, que es el encargado de compartir el acceso a internet a los dispositivos terminales mediante dos switch que son los que se encargan de interconectar los dispositivos finales de la clínica.

2.6.4. Estado actual de la red de comunicaciones

FIGURA Nº 11
DIAGRAMA ACTUAL DE LA RED TELEFÓNICA DE LA CLÍNICA



Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

En la figura Nº 11 se muestra el diagrama de la infraestructura de la red telefónica analógica de la clínica y maternidad García, conformada por una central PBX marca Panasonic KX-TEM824 que administra a seis teléfonos distribuidos por los departamentos que más requieren de este servicio, mediante la central las extensiones son re-direccionada a la línea PSTN.

La red de dato y telefónica actual de la clínica García no es escalable, mantenerse comunicado en la clínica con el pasar de los años ha demandado el servicio de telefonía, y se llega a observar las causas que existe en la clínica y las consecuencias que estas generan sino se toman los debidos correctivos.

TABLA Nº 6

CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LA TELEFONÍA ACTUAL DE LA CLÍNICA

Causas	Consecuencias
Líneas analógicas telefónicas limitadas.	Falta de comunicación entre los trabajadores.
Desconociendo a las ventajas de contar con el servicio VoIP en la misma red	No permite la integración de aplicaciones telefónicas y se genera un costo adicional
No aprovechar al máximo los recursos económicos de la clínica	No se implementan sistemas tecnológicos innovadores.

Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

2.6.5. Requerimientos

Siguiendo con la primera fase del diseño Top-Down, se debe obtener los requerimientos del cliente para la red inalámbrica, es necesario dialogar con el encargado del área de sistemas o el administrador de la clínica que son los que tienen conocimiento de los objetivos y políticas de la institución ya que las necesidades de cada empresa varía de acuerdo al tamaño de la misma, se consulta a dicho personal por lo que la información o los detalles de la red existente no se encuentra debidamente documentada, para conocer los requerimientos de los directivos para la nueva red inalámbrica junto a las demás aplicaciones de la empresa se realiza un cuestionario a fin de entrevistar a unos de los administradores de la clínica y el personal encargado del área del sistemas.

2.6.5.1. Diseño de la entrevista

La entrevista tiene como objetivo obtener y documentar la información suficiente para definir los requerimientos que se espera para el diseño de este proyecto; el cuestionario para la entrevista está formada por un grupo de preguntas que servirá para identificar:

- Los programas y servicios de red.
- Los objetivos y las restricciones técnicas.
- La situación actual de la red y la necesidad que se quiere cubrir.

La encuesta se basa de acuerdo a la metodología Top-Down, para realizarla se toma como referencia un modelo de preguntas del libro Designing for Cisco Internetwork Solutions en la sección Identificando los requerimiento del diseño, En la parte de Anexos Nº5 se puede observar el modelo del cuestionario de preguntas para la entrevista.

Cabe recalcar que en el trascurso de la elaboración de este proyecto se fue consultando al administrador para despejar cualquier inquietud de la situación actual de la red de la institución y de los requerimientos.

2.6.5.2. Análisis de la entrevista

Luego de haber realizado la entrevista al encargado del área de sistema se obtuvo el siguiente análisis:

a) Las primeras preguntas fueron contestadas y verificadas mediante un testeador de velocidad en la sección 2.6. Situación actual de la clínica, los dispositivos de la red no están configurados con QoS por desconocimiento de esta tecnología.

b) La red no se encuentra debidamente documentada, motivo por el

cual no cuenta con un direccionamiento IP correspondiente, por eso la propuesta cubre esta necesidad.

c) No existen políticas internas que pueda negar la ejecución de este proyecto.

d) Los servicios que se ejecutan en la red LAN actual de la clínica son: Correo, cámaras de vigilancia, biométrico e internet, además del acceso a los usuarios y los servidores de archivos y base de datos para la consulta de información personal de los pacientes, es por eso que la propuesta debe ejecutarse en un entorno seguro y la nueva red para el servicio de VOIP debe tener la capacidad de soportar todos estos servicios.

e) El administrador considera que un problema que enfrentan es que los procesos no se están realizando de manera centralizada, llevando a la desorganización, y el diseño actual no satisface todos los requerimientos iniciales.

f) Los switches utilizados en la actual arquitectura presentan limitaciones en sus características ya que estos deben ser configurados utilizándose los protocolos desarrollados por la misma compañía, es por eso que se deben tomar en cuenta tecnología de la misma línea

g) El principal reto de la clínica es mantener disponibles las aplicaciones o servicios, para que los usuarios puedan realizar su trabajo sin problemas, es por eso que se detalla en la sección 2.6. Análisis de los objetivos y limitaciones técnicas se calcula 99.59% de disponibilidad de la propuesta del diseño.

Esta información se debe tomar en cuenta para elaborar las siguientes

fases del diseño y el análisis de la situación actual.

2.7. Fase 2: Diseño lógico de la red

2.7.1. Diseño de la topología de la red

Siguiendo como referencia la metodología Top-Down, en esta sección comprende la fase 2 el “diseño lógico de una red”, la topología es el primer paso en la fase de diseño lógico, para cumplir con las metas de escalabilidad y adaptabilidad, es importante diseñar una topología lógica antes de seleccionar productos físicos o tecnologías. Es por eso que en esta fase se identifican las redes y los puntos de interconexión, así como el tamaño y el alcance que la WLAN pueda tener y los dispositivos de comunicación que se requieran.

El auge de las redes informáticas fundamentalmente siguen el modelo de diseño jerárquico de 3 capas de Cisco, por lo que en la actualidad es el que cuenta con mejor funcionalidades y seguridad, estas capas se describen a continuación:

En el libro de Cisco Validated Designs (2014) clasifica a estas 3 capas de la siguiente manera:

> **Capa Core: Una capa central de routers y conmutadores de gama alta que están optimizados para la disponibilidad y el rendimiento.**
> **Capa de distribución: Una capa de distribución de enrutadores y conmutadores que implementan políticas e interconecta las capas de acceso.**
> **Capa de acceso: Una capa de acceso que conecta a los usuarios mediante conmutadores de gama baja y puntos de acceso inalámbricos.**

La clínica consta de dos pisos en su infraestructura, donde se conectaran un mínimo de 20 dispositivos, es recomendable diseñar el

modelo jerárquico de dos capas funcionando la capa de distribución con la del núcleo, a continuación se mencionan las funciones de las capas a utilizar:

Capa de distribución: Actúa como la capa central y la de distribución al mismo tiempo, ofrece conectividad entre los switch para los servicios basados en la red inalámbrica y la red cableada.

Capa de acceso: En esta capa se encuentran los switch de capa 2 y los AP, donde se ofrece conectividad tanto inalámbricamente como por medios guiados, enlazando los dispositivos finales, esto pueden ser los ordenadores de un departamento, además comparten recursos o servicios, aquí es donde los usuarios pueden realizar las llamadas internamente utilizando su teléfono inteligente.

En la figura Nº 12 se aprecia el diseño que se propone para la clínica, donde se puede observar 4 subredes para controlar y segmentar el acceso de los usuarios a la red, estas subredes se toman de acuerdo a cada departamento que existe en la clínica, como se puede ver en la tabla Nº 3 de la misma forma se colocaran puntos de acceso (AP) de manera estratégica para brindar cobertura a los usuarios que se conecten al servidor VoIP.

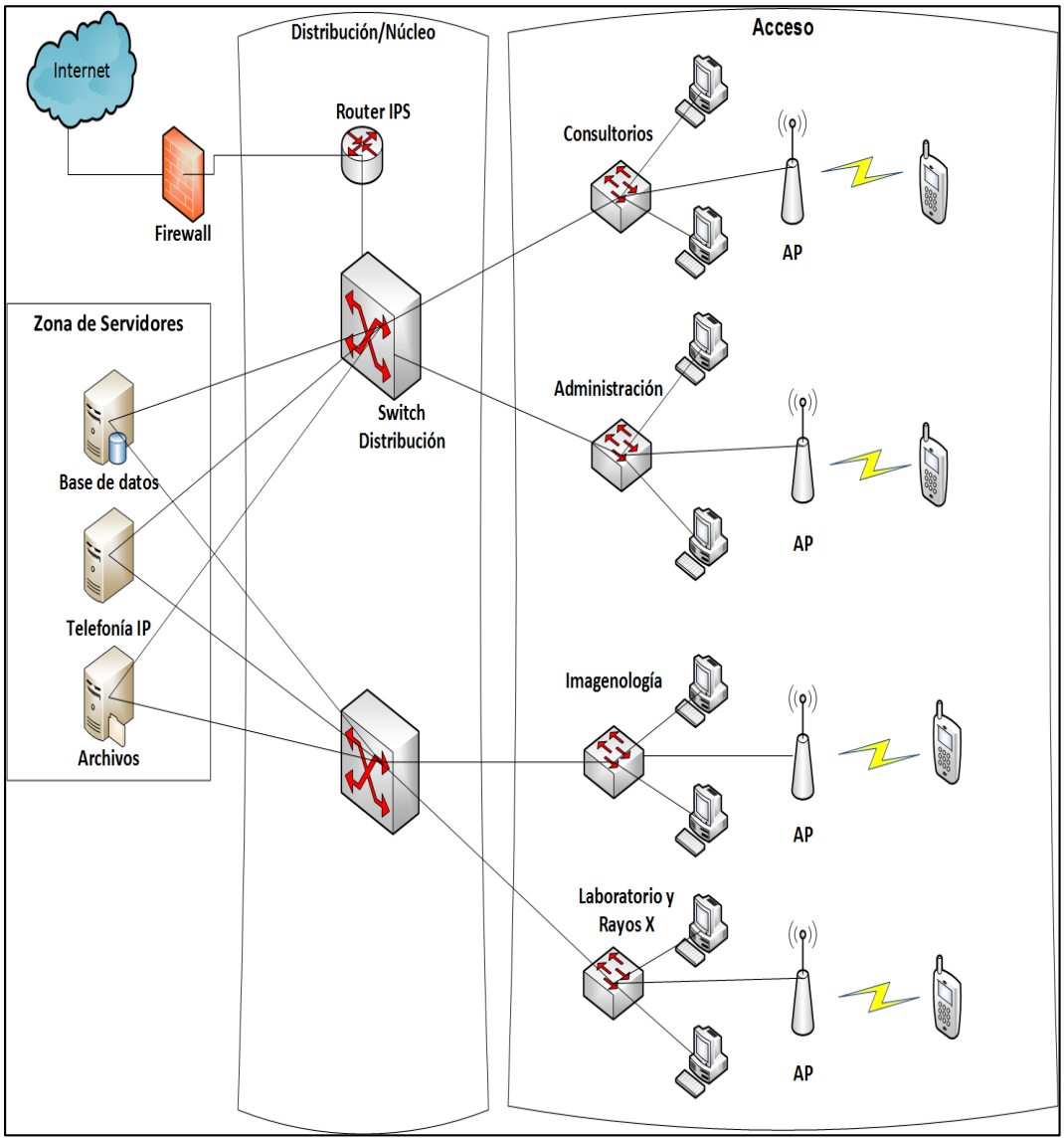
Además se crea 2 tipos de VLAN para priorizar el tráfico de la red, ya que en VoIP se debe dar en tiempo real y con esto se busca priorizar los paquetes de VoIP de los demás servicios que cuenta la clínica, a continuación se detallan las VLAN que se proponen:

VLAN de Voz: Interconecta todos los AP de la clínica para que el usuario haga uso del servicio de VoIP.

VLAN servidores: Esta VLAN pertenecerá a todos los servicios (Base de datos y archivos) que cuenta la institución.

FIGURA Nº 12

DISEÑO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED PROPUESTO



Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

2.7.2. Direccionamiento para el diseño de red

La clínica García no cuenta con un direccionamiento IP, es por eso que los equipos informáticos se conectan a la red actual por direcciones IP dinámicas, donde son distribuidas por el router del proveedor de internet Netlife. En el modelo propuesto se enfoca en el protocolo IP, que suministra pautas para otorgar direcciones de redes, subredes, servidores y sistemas finales.

Para la clínica se propone un modelo estructurado basado en el enmascaramiento de subred de longitud variable (VLSM), este método permite que la institución cuente con la capacidad de tener subredes de diferentes tamaño dentro del direccionamiento, partiendo de la dirección IP clase C 192.168.1.0/24 se realiza el cálculo de las subredes utilizando VLSM, en la tabla Nº 7 se observan los números de host que se estiman por cada subred.

TABLA Nº 7

NUMERO DE HOST QUE SE REQUIEREN POR CADA SUBRED

Subred	Nº de Host requeridos
Rayos X y Laboratorio	8
Administración	14
Consultorios	18
Imagenología	5
Servidores	14
Telefonía IP	30

Fuente: Clínica y Maternidad García
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Una vez conocidos los números de host, se procede a calcular el rango de las direcciones IP, las máscaras y el número de host disponibles para cada departamento, como se puede observar en la tabla Nº 8, cabe destacar que se une el departamento de laboratorio y rayos X, ya que se encuentran cerca físicamente y son pocos los usuarios que laboran en ellos.

TABLA Nº 8

DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA CLÍNICA

Segmentos	Nº de Host	Nº Host disp.	Dirección de red	Mascara	Primera IP utilizable	Ultima IP utilizable	Dirección de Broadcast
Telefonía IP	35	62	192.168.1.0	255.255.255.192	192.168.1.1	192.168.1.62	192.168.1.63
Consultorios	18	30	192.168.1.64	255.255.255.224	192.168.1.65	192.168.1.94	192.168.1.95
Administración	14	14	192.168.1.96	255.255.255.240	192.168.1.97	192.168.1.110	192.168.1.111
Servidores	10	14	192.168.1.112	255.255.255.240	192.168.1.113	192.168.1.126	192.168.1.127
Rayos y Lab	8	14	192.168.1.128	255.255.255.240	192.168.1.129	192.168.1.142	192.168.1.143
Imagenología	5	6	192.168.1.144	255.255.255.248	192.168.1.145	192.168.1.150	192.168.1.151

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

2.8. Fase 3: Diseño físico de la red

Para cumplir con los requerimientos de los administradores de la clínica, se debe tener en cuenta los diferentes dispositivos que se usarán para la red, al elegir estos dispositivos se deben tomar en cuenta factores como: costo, el número de puertos, velocidad, modularidad y facilidad de administrar.

La propuesta del diseño de la red inalámbrica para el servicio de VoIP conlleva a que se considere en cierta parte diseñar la red LAN cableada de la clínica, ya que la misma no está correctamente distribuida y las conexiones no satisfacen de todo al personal, se busca evitar de esta forma que el servicio de telefonía tenga problema por el tráfico de la red y se llegue a saturar por las demás aplicaciones, por tal motivo se requiere centralizar los equipos de red así como los servicios en un cuarto de comunicaciones, esto sería beneficioso por lo que la red es solo internamente y podría trabajar sin ningún inconveniente a futuro.

2.8.1. Cableado estructurado

Para el correcto funcionamiento de la red que brindará el servicio de telefonía IP se debe contar con un cableado estructurado estable y que se base en normas internacionales, en este caso se sigue el estándar TIA/EIA 568 B, a continuación se mencionan varias recomendaciones para el cableado:

a. Es recomendable utilizar cable par trenzado (UTP) categoría 6 o 5e.

b. Se debe utilizar tecnología basada en el estándar 1000Base-T para que los dispositivos finales se puedan conectar a la red a 1000 Mbps para poder acceder a los diferentes servidores como el de VoIP.

c. La norma EIA/TIA 568 B (2010) recomienda mínimo dos conectores

rj45 en cada puesto de trabajo, de la misma forma se debe utilizar Jack.

d. modular rj45 de 8 pines, los patchcord o cordones que se utilizan deben de ser de la misma categoría, en este caso cat. 6 y no debe superar los 5 metros del punto de conexión al área del trabajo.

e. Los cables UTP que se distribuyen por la clínica debe estar ubicada correctamente en sus canaletas y debe abarca una distancia máxima de 90 metros para evitar atenuaciones o pérdida de señal.

f. Se debe etiquetar correctamente cada punto de red que llegue al cuarto de concentración, así como estación de trabajo.

2.8.2. Equipos pasivos para la red de la clínica

Por cuestión de espacio de la clínica se opta por un cuarto de concentración el cual está formado por los siguientes equipos pasivos:

Rack: conocido también como bastidor o armario metálico, que sirve para fijar y organizar equipos informáticos o de telecomunicaciones, es aquí donde van a ir fijado los switches, router, servidores y demás componentes de la red, el rack que se opta tiene las siguientes características: 19 pulgadas frontal/trasero, cerrado con las siguientes medidas 1.720 mm de alto y 600 mm de ancho, fabricada en acero laminado en frío, puerta frontal panorámica que facilite el control de los dispositivos alojados y 2 ventiladores para el enfriamiento de los mismos.

Patch Panel: En esta parte se reciben todos los cables que se encuentran distribuidos por toda la clínica para una mejor organización en el rack, es de gran utilidad ya que si se necesita incorporar equipos se lo hace de una manera más sencilla, y se conservan la conectividad de los

equipos activos, para la propuesta se recomienda de un patch panel de 24 puertos rj45 categoría 6 panel vacío para voz y video, basado en el estándar 1000Base-T.

2.8.3. Equipos activos para la red de la clínica

Los equipos elegidos por presentar mejores características para el diseño de red se clasifican de acuerdo al modelo jerárquico de 3 capas seleccionado en la sección del diseño lógico de la red.

Para considerar los dispositivos a usar, se realiza una ponderación en base a la función de sus características y necesidades técnicas de la red, la ponderación se establece de acuerdo a una comparación de tres marca reconocidas por elaborar estos dispositivos, de esta manera se determina el peso ponderativo para así elegir el dispositivo de la marca que cumpla con los requerimientos de la red tomando en consideración el precio y el rendimiento.

Escala de ponderación:

Malo:	1
Regular:	2
Bueno:	3
Muy bueno:	4
Excelente:	5

Este proceso se lo realiza en las dos capas de la topología escogida en la fase II del proyecto y para la elección de los puntos inalámbricos.

2.8.3.1. Switch para la Capa de acceso

Para esta capa se proponen 3 marcas diferentes de switch con características similares los cuales son: Tp-Link, HP y Cisco, de acuerdo a

las especificaciones técnicas mencionadas en la parte de Anexos Nº 2 se elige el switch de la marca que mejor se adapte a la red propuesta.

TABLA Nº 9

COMPARATIVA ENTRE SWITCH PARA LA CAPA DE ACCESO

Características	Tp-Link TL-SG3210	HP JG920A	Cisco SG200-08P
Protocolo y modo de comunicación	3	3	5
Velocidad de Transmisión	4	3	4
Facilidad de instalación	4	4	3
Rendimiento	4	3	4
Fuente de Alimentación	3	4	4
Economía y garantía	5	3	2

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

En la capa de acceso de acuerdo a los requerimientos descritos en la fase II el diseño lógico de la red y según el costo/rendimiento de los dispositivos que existen en la actualidad en el mercado, se selecciona el de la marca Tp-Link por presentar características que están a la par de la marca Cisco y contar con un rendimiento que sigue los estándares establecidos, además que no son complejos al instalar, y la elección de estos dispositivos conforme a la utilidad que tendrá en la capa de acceso no requiere que cumplan varios servicios.

FIGURA Nº 13

SWITCH TP-LINK TL-SG3210

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3210.html#specifications
Elaborado por: Tp-link

El diseño que se propone requiere de cuatros switch de estas características para satisfacer la demanda por el número de departamento de la clínica, adicional se pretende cubrir la necesidad a futuro de que más equipos se conecten si llega a existir un crecimiento del personal en la institución.

2.8.3.2. Switch para la capa de distribución y núcleo

Como se mencionó en la sección de diseño de topología de la red, la capa de distribución y núcleo se fusionan por la razón de que este proyecto está destinado para una red que no requiere la capa núcleo como tal, porque la red se encuentra en un solo lugar, de la misma forma como en la capa de acceso se selecciona el dispositivo que mejor se adapta a los requerimientos del proyecto.

Se debe tomar en cuenta que estos dispositivos operen en la capa 2 y 3 del modelo OSI, en la tabla Nº 10 se observan la comparativa.

TABLA Nº 10

COMPARATIVA ENTRE SWITCH PARA LA CAPA DISTRIBUCIÓN

Características	Tp-Link TL-SG3216	HP V1910-24G	Cisco WS-C3750X-24P-S
Protocolo y modo de comunicación	4	3	4
Velocidad de Transmisión	3	3	4
Facilidad de instalación	3	3	3
Rendimiento	4	3	4
Fuente de Alimentación	3	4	4
Economía y garantía	4	3	2

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

El switch seleccionado para esta capa es de la marca Tp-Link porque justifica su costo/beneficio y su alto rendimiento garantiza la conectividad de los conmutadores de la capa de acceso ya que se adecuan al monto

total del tráfico de la red, cabe mencionar que los equipos seleccionados se encuentran con mayor facilidad en el país.

FIGURA Nº 14

SWITCH TP-LINK TL-SG3216

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3216.html#features
Elaborado por: Tp-link

Siguiendo el diseño lógico de la red se requiere de dos conmutadores de estas características, por lo que a la capa de distribución se le agrega la del núcleo y es necesario que exista una redundancia por motivo si existen fallos en uno de estos dispositivos puede afectar la red completa, además esto permite que no se sature el tráfico en la red dividiéndose su trabajo.

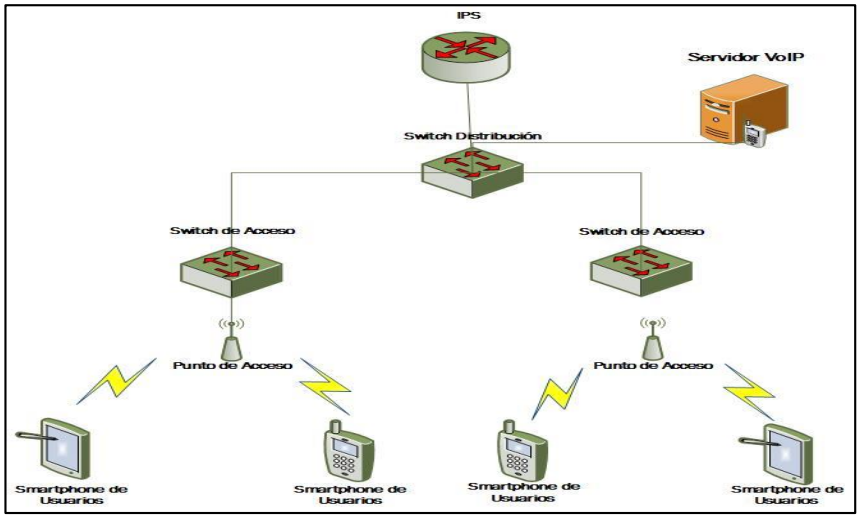
2.8.4. Selección de la tecnología WLAN

Las redes inalámbricas son de gran utilidad ya que brindan movilidad a los trabajadores de la clínica y son el complemento de las redes cableadas facilitando la conexión donde esta no es posible, además se puede acceder a través de ellas al servicio de VoIP interconectando a los teléfonos inteligentes de los usuarios, ahorrándose el costo de los equipos dedicados a esto.

Dicho lo anterior, el diseño de la red WLAN debe ser garantizado por su rendimiento, en la figura Nº 15 se observa el esquema básico de la topología que se propone para la solución del servicio VoIP a través de puntos inalámbricos, para los teléfonos celulares de los usuarios. El modelo de red es adecuado para redes pequeñas donde el número de móviles a conectarse no pasen de los 40 dispositivos y el área de cobertura se limite a un campus no muy extenso.

FIGURA Nº 15

TOPOLOGÍA DE LA RED BÁSICO PARA EL ACCESO INALÁMBRICO AL SERVIDOR VOIP



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

En el esquema se puede observar los conmutadores descrito en la sección anterior para la red LAN, de la misma forma se debe seleccionar los puntos de acceso (AP) que sean de buen rendimiento, por lo que muchas veces la cobertura en los pasillos y habitaciones no llega como lo requiere el servicio de VoIP, debido a que las infraestructuras están cubiertas con láminas de aluminio para aislar las radiaciones, es por eso que se debe situar AP de manera estratégica con la finalidad de cubrir en su totalidad toda la zona donde van estar los usuarios finales.

Es recomendable que la red inalámbrica coexista con la red cableada, por tal motivo se situará accesos inalámbricos para el servicio VoIP en los diferentes departamentos de la clínica de manera estratégica para eludir problemas como la atenuación de la señal por la infraestructura física del lugar, en figura Nº 16 se especifican el lugar donde estarán ubicados los puntos inalámbricos en los dos pisos de la institución.

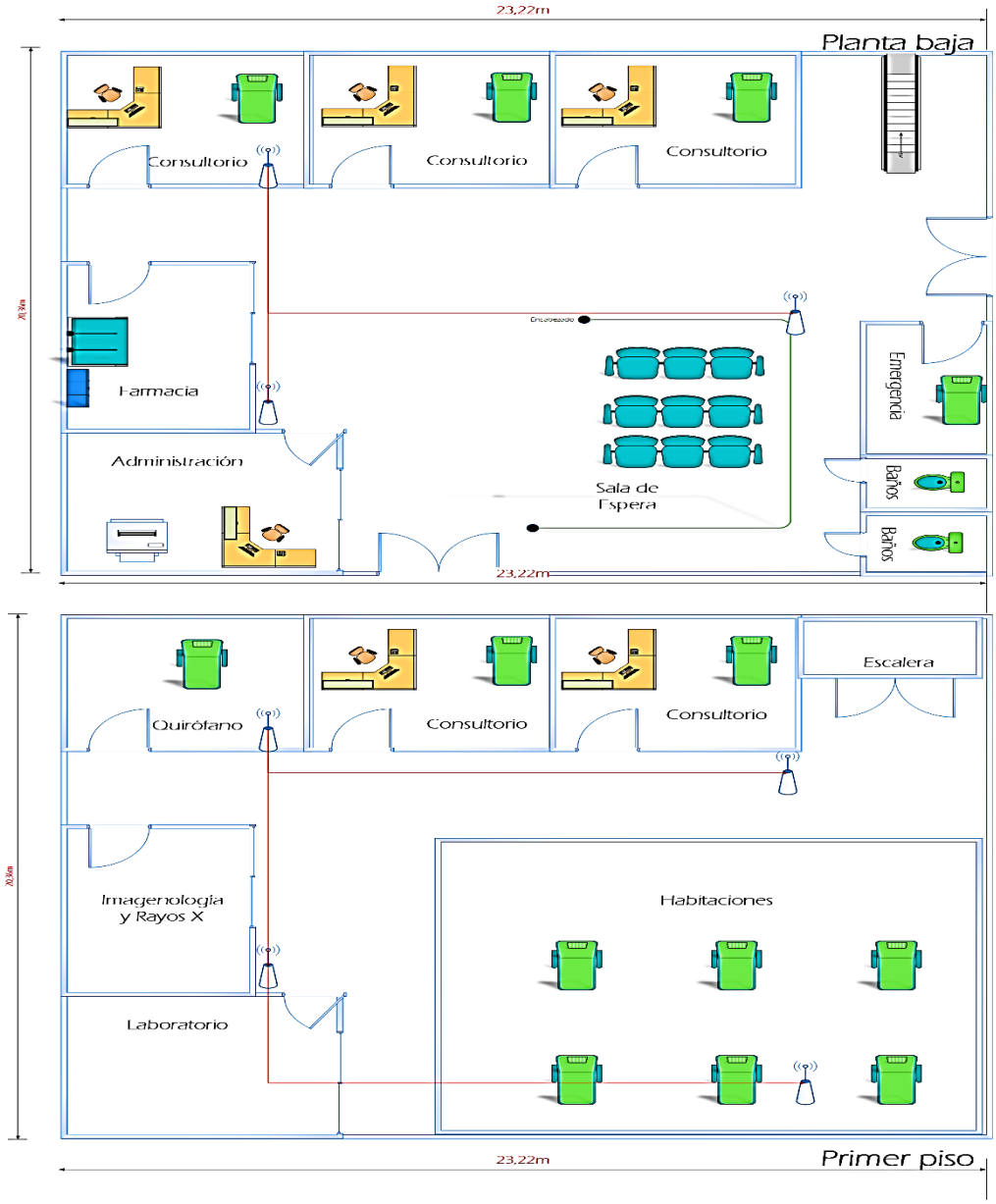
2.8.4.1. Área de cobertura

El área de cobertura será considerada teóricamente, debido que el

proyecto se limita al diseño y no comprende la parte de implementación por tal motivo no existen los equipos físicos necesarios para poder determinar la zona de cobertura de los AP, ya sea por algún software que realice site0survey Wi-Fi. El área se determina mediante el radio de cobertura indoor del AP desde el lugar ubicado, en la tabla Nº 11 se detallan las distancias a ser cubiertas mediante los puntos inalámbricos.

FIGURA Nº 16

DISEÑO FÍSICO DE LA RED WLAN



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

TABLA Nº 11

DISTANCIAS MÁXIMA QUE SE DEBE CUBRIR CON EL AP AL INSTALAR

Departamento	Distancia máxima (m)
Administración	8
Emergencia	5
Rayos X	6
Consultorios	18
Laboratorio	5
Imagenología	6

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Los Access Point que se recomienda está basado en el estándar 802.11g/n que cuentan con rango de cobertura indoor de 25 metros máximo, como se observa en la tabla anterior estos dispositivos cubre perfectamente esta necesidad, pero es recomendable que al ejecutar este proyecto se realicé un análisis de cobertura con algún software que efectué esta función para saber las distancias reales para colocar los AP en el caso de que exista algún problema de atenuación.

2.8.4.2. Roaming en WLAN

El servicio como VoIP, requiere que se continúe la comunicación cuando el usuario se desplace de una área a otra dentro de la clínica, en escenario de WLAN VoIP, el dispositivo final en este caso los teléfonos inteligentes en movimiento requiere conmutar de un punto de acceso inalámbrico a otro, para ello necesita establecer la conexión con el AP destino y una vez realizada la conmutación debe liberarse del AP origen.

Dicho lo anterior, existe la posibilidad de realizar esta función gracias al estándar IEEE 802.11r que permite que el dispositivo conectado a la red en este caso al AP origen establezca los protocolos de seguridad del AP destino para que el dispositivo final acceda antes que abandone el AP origen, esta transición entre AP tiene un tiempo menos de los 40

milisegundos siendo un lapso de tiempo depreciable para mantener una comunicación vía VoIP.

Por tal motivo se recomienda al seleccionar los puntos de accesos inalámbricos este basado bajo el estándar 802.11r para que los trabajadores no tengan problemas al desplazarse dentro de la clínica cuando establezca una llamada.

2.8.4.3. Selección de puntos de acceso inalámbricos

Como se detalló en secciones anteriores, los AP seleccionado deben cumplir con las características requeridas a la propuesta del diseño y que convergen de manera eficiente con la red LAN, entre las principales características están: Que cubra un rango indoor de 25 metros de distancia por cada AP, basado a los estándares 802.11g/n/r ya que son estándares que brindan una velocidad teórica de 54 Mbps y que utilicé la banda de 2,4GHz o ambas (2,4 GHz o 5 GHz).

En esta sección se aplica una comparativa entre tres marcas y usando el mismo proceso en las demás capas, se pretende determinar cuál es el AP que se recomienda en base a su rendimiento.

TABLA Nº 12

COMPARATIVA ENTRE PUNTOS DE INALÁMBRICOS

Características	Tp-Link TL-WA801ND	HP JG920A	Cisco SG200-08P
Protocolo y modo de comunicación	5	3	4
Velocidad de Transmisión	3	3	4
Facilidad de instalación	3	3	3
Rendimiento	4	4	4
Fuente de Alimentación	4	4	4
Economía y garantía	4	3	2

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Dada la comparativa se selecciona el AP de la serie Tp-Link Punto de Acceso Inalámbrico N a 300Mbps, por la razón de que uno de los requerimientos es que cumpla con el estándar IEEE 802.11r para la conmutación entre AP, se recomienda este dispositivo porque se encuentra fácilmente en el mercado ecuatoriano, además es de rendimiento aceptable y económico a lado de la marca reconocida Cisco.

FIGURA Nº 17
ACCESS POINT TP-LINK TL-WA801ND

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-12_TL-WA801ND.html#overview
Elaborado por: Tp-Link

Para el proyecto se asume cincos dispositivos a usar en el diseño propuesto, de esta forma se pretende cubrir de manera estratégica las zonas de la clínica.

2.8.5. Características de los teléfonos inteligentes para el uso del servicio de VoIP

Uno de los objetivos de este proyecto es que se utilice como cliente SIP los teléfonos inteligentes de los usuarios de la institución, de esta manera se pretende ahorrar al no adquirir dispositivos dedicados como los teléfonos IP que en unos casos son costosos, para que el sistema funcione correctamente se detalla a continuación ciertas características relevantes que deben tener estos terminales.

TABLA Nº 13
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMA DE LOS TELÉFONOS INTELIGENTES A USAR

Red móvil	GSM 850/900/1900 (3G) recomendado (4G)

WiFi	802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct, hotspot
Memoria RAM	1 GHz
Almacenamiento	8 GB
Procesador	Recomendado Dual-core mínimo
Sistema Operativo	Android V5.1.1 Lollipop
Navegación	HTML5
Uso de Batería tiempo de conversación	Hasta 8 horas

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

En la tabla Nº 14 se mencionan ciertas características mínimas que se requieren que cumplan los teléfonos inteligentes para el correcto funcionamiento usando el servicio ofrecido, en el caso de que algún trabajador de la clínica no cuente con un terminal, la empresa dependiendo de su estabilidad economía puede adquirir estos dispositivos para tener como respaldo en bodega de esta manera se abastece en el caso de que se solicite, es importante mencionar que en el mercado local un teléfono de estas cualidades no excede los $120.

En el siguiente capítulo Análisis e Interpretación de los Resultados se detalla la fase 4: Probar, optimizar y documentar el diseño de la metodología Top-Down, se menciona que el presente proyecto se enfoca en el diseño de la red limitándose solo en realizar pruebas del servicio de VoIP, creando una central telefonía IP virtual para dar a conocer los servicios y beneficios que se propone en este proyecto.

CAPÍTULO III
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Título de la propuesta

Diseño de una red inalámbrica para el servicio de VoIP usando teléfonos inteligentes para la clínica y maternidad García ubicada en la ciudad de Salinas.

3.2. Objetivos de la propuesta

3.2.1. Objetivo general

Diseñar la red para el servicio de VoIP y mensajería instantánea como herramienta de ayuda para futuras implementaciones en la clínica y maternidad García.

3.2.2. Objetivos específicos

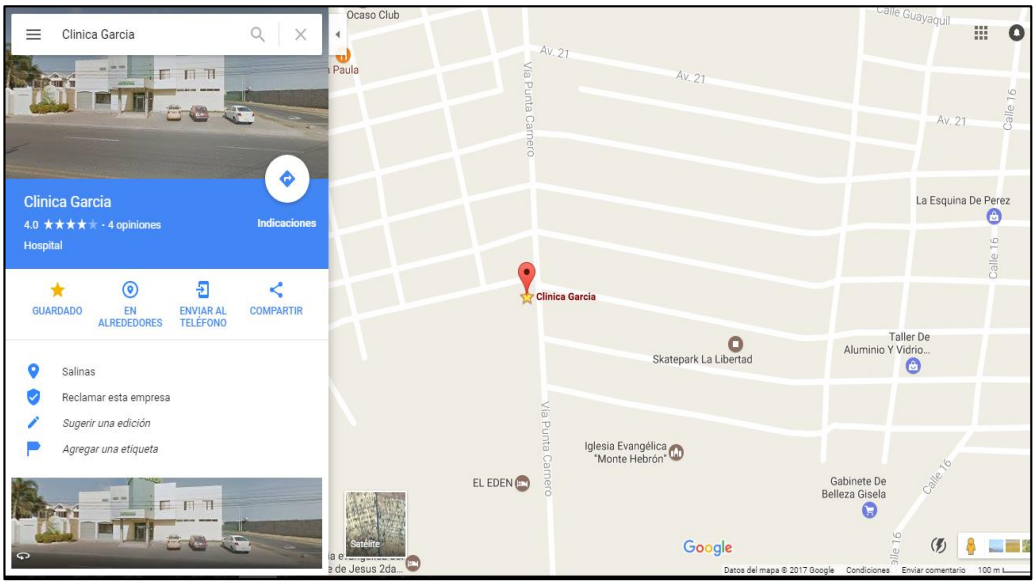
- Simular el diseño lógico propuesto en la fase 2 de la metodología Top-Down.
- Configurar el servidor y los dispositivos finales para un prototipo de VoIP.
- Realizar un análisis de factibilidad económica del proyecto propuesto.

3.2.3. Ubicación de la propuesta

La propuesta realizada se llevará a cabo en la clínica y maternidad García ubicada en la ciudad de Salinas provincia de Santa Elena.

FIGURA Nº 18

UBICACIÓN CLÍNICA Y MATERNIDAD GARCÍA



Fuente: Google Maps
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.3. Alcance de la propuesta

La propuesta se limita en realizar un prototipo para el servicio de VoIP y mensajería instantánea, configurando una computadora como servidor y los dispositivos finales (teléfonos inteligentes) como clientes SIP y XMPP, de esta manera se mostrará lo que se pretende implementar en un futuro y los beneficios al adquirir este tipo de sistema de telecomunicaciones, ya que el alcance de este proyecto no abarca la implementación en su totalidad y configuraciones de algunas aplicaciones mencionadas en el diseño propuesto.

Sector Beneficiario: Los beneficiarios directos serán los empleados de la clínica y maternidad García, y los indirectos los pacientes que acuden a ella, por la razón de que habrá una mejor comunicación entre los empleados al momento de ofrecer una consulta médica, además se beneficiarán las autoridades, porque se abre camino para emplear este sistema de telefonía IP en las demás empresas que cuenta el grupo García y de esta manera brindar un servicio de mejor calidad para los afiliados y particulares.

3.4. Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta y continuando la metodología Top-Down, en esta sección se sigue con la fase 4. Donde se crea la simulación del diseño de la red lógica y la central VoIP virtual.

3.4.1. Simulación de la red lógica propuesta

En este punto se presenta la simulación de la red propuesta en el capítulo II en la sección 2.7. Diseño de la red lógica, se usa el software Packet Tracer ya que es un software creado por Cisco Systems para la visualización y la simulación de redes, se la utiliza porque es una de las herramientas recomendadas por la metodología Top-Down, tomando en cuenta que es la misma donde se basó gran parte del proyecto.

Para la simulación se toma datos obtenidos y detallados en el capítulo II, así como el direccionamiento IP propuesto y los números de dispositivos dado como referencia, haciendo mención que una de las limitantes del software utilizado es que no existe un servidor VoIP en sí, por eso solo se simula la red como tal y una breve explicación de configuración de los conmutadores.

Como punto de partida se debe configurar dos conmutadores de distribución creando las VLAN a utilizar para la red, como se muestra en la tabla Nº 8, de la misma forma se toma la primera IP valida de cada segmento como puerta de enlace de cada subred, este proceso se lo realiza en los dos conmutadores perteneciente a la capa de distribución. Se debe asignar las interfaces que funcionaran como troncales y accesos para la correcta comunicación entre conmutadores.

Luego de haber configurado los dos conmutadores de distribución, el siguiente paso es configurar los switches que funcionan en la capa de

acceso, por cada switch se establece dos tipos de VLAN, en el ejemplo se estable la VLAN 10 para telefonía IP y la 90, dependerá de qué departamento Corresponda el conmutador.

En la siguiente figura se puede observar las dos VLAN creada 10 y 90 además las interfaces asignadas, también se le agrega la dirección IP como puerta de enlace para los dispositivos 192.168.1.240/24 para telefonía y 192.168.128/28 para rayoylab con la finalidad de que los terminales se conecten de manera correcta a cada subred.

FIGURA Nº 19

CONFIGURACIÓN DE LOS SWITCHES DE ACCESO

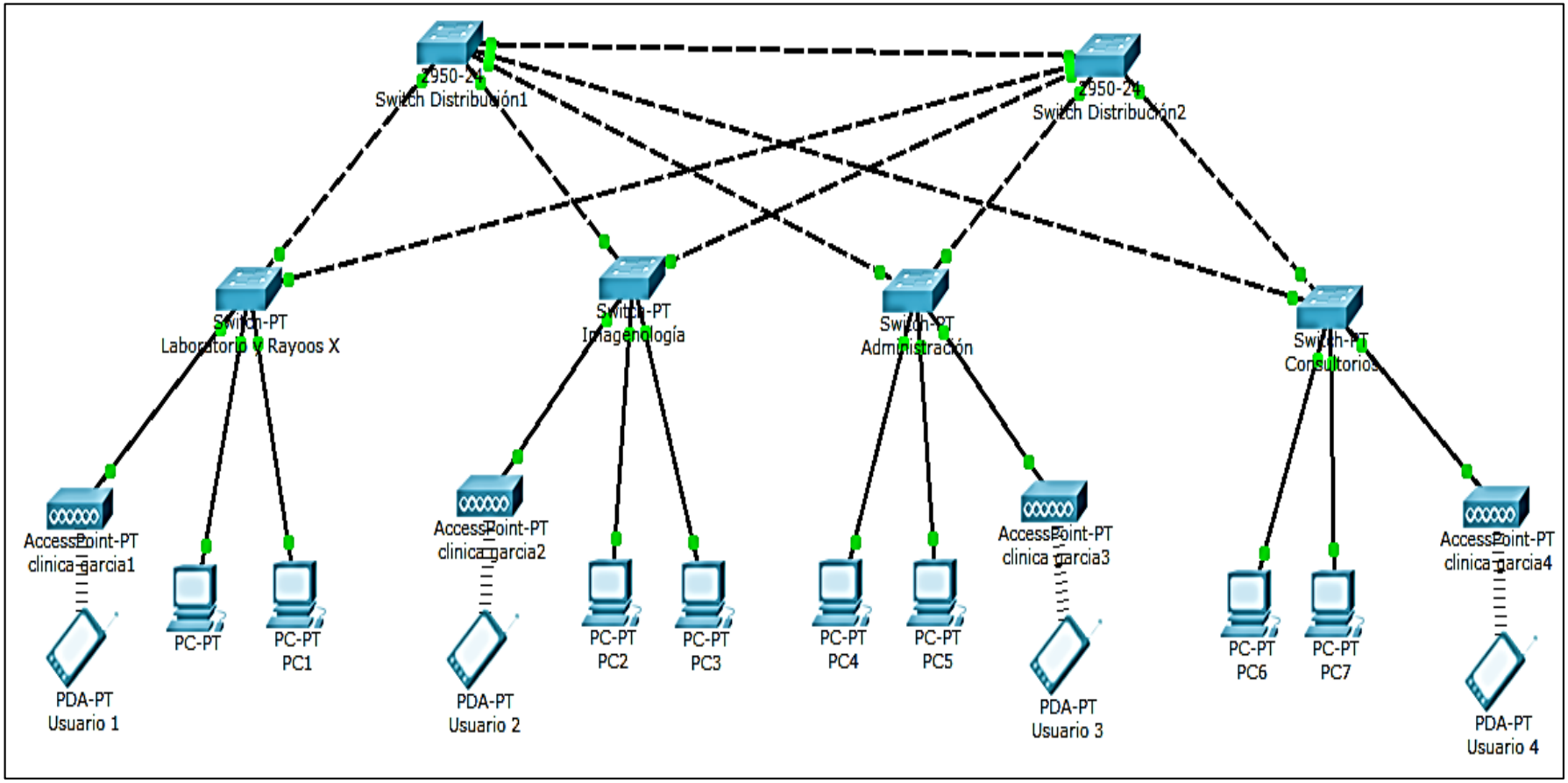
```
Switch>enable
Switch#show vlan brief

VLAN Name                             Status    Ports
---- -------------------------------- --------- -------------------------------
1    default                          active
10   telefoniaIP                      active    Fa5/1
90   rayosylab                        active    Fa1/1, Fa2/1, Fa3/1
1002 fddi-default                     active
1003 token-ring-default               active
1004 fddinet-default                  active
1005 trnet-default                    active
Switch#
```

Fuente: Álava Tomalá Roberto
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Así mismo se debe escoger que interfaces corresponderán para trunk o Access, por ejemplo en la figura Nº 20 se estableció el puerto Fa5/1 para telefonía, ahí es donde se debe conectar el cable Ethernet al AP y los demás puertos para la conexión del resto de dispositivos finales que cuente ese departamento.

FIGURA Nº 20

SIMULACIÓN DEL DISEÑO LÓGICO DE LA RED PROPUESTA



Fuente: Packet Tracer
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.4.2. Implementación del prototipo del servicio de VoIP y mensajería instantánea

Para la ejecutar la implementación del prototipo del servidor VoIP se utiliza una computadora de escritorio como servidor, el cual se virtualiza mediante el software VirtualBox donde se instalará el paquete de comunicaciones unificadas Elastix que fue seleccionado en el capítulo I y para los teléfonos inteligentes se configura mediante las aplicaciones Zoiper como cliente SIP y Xabber como usuario XMPP para mensajería instantánea respectivamente.

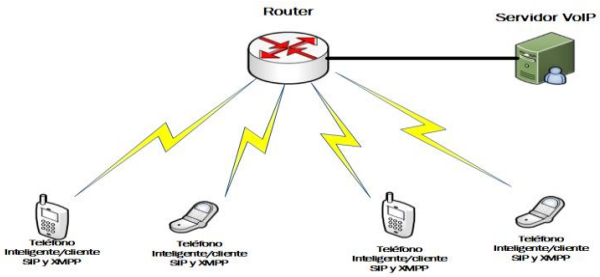
Las configuraciones del servidor se realizan siguiendo los requerimientos descritos en el capítulo 2, además se ejecutarán pruebas basadas en los estándares estudiados y se examinarán los resultados obtenidos.

3.4.2.1. Diseño de la red de prueba

El diseño de la red de prueba consiste en la arquitectura cliente-servidor, se realiza la configuración de la red de forma interna por lo que no se disponen de todos los dispositivos que intervienen en el sistema de telefonía IP completo, cabe indicar que estos componentes son más que suficientes para mostrar los servicios que se quiere brindar en la clínica, a continuación se muestra un pequeño esquema de cómo será la red prototipo.

FIGURA Nº 21

DISEÑO DE LA RED DE PRUEBA



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Para la red se utiliza un router D-Link DIR-280 que puede alcanzar velocidad de 54Mbps inalámbricamente. En la figura Nº 21 se observa este dispositivo el cual tendrá las siguientes configuraciones:

- Nombre de la red inalámbrica: Clínica García
- Red: 192.168.1.0/24
- Puerta de enlace: 192.168.1.1
- Mascara de red: 255.255.255.0

Los dispositivos finales se conectaran a la red de manera dinámica, mediante el servidor DHCP habilitado en el router. Una vez establecidos estos parámetros se procede a configurar el servidor VoIP.

3.4.2.2. Característica del servidor VoIP

La computadora de escritorio donde se realizar la implementación del servidor VoIP cuenta con las siguientes características técnicas siendo estas los requerimientos mínimos para instalar Elastix.

TABLA Nº 14

CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR

Componentes	Características
Sistema Operativo	Windows 7 Ultimate 32 bits
Procesador	Pentium Dual-Core 2.70 GHz
Disco duro	500 GB
Memoria RAM	2 GB
Tarjeta de red	NIC de Gigabit PCI-E de la familia Realtek RTL8168

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Como se puede observar la instalación de la central VoIP virtual no requiere de muchos recursos de hardware cuando se trata de empresas pequeñas si estas pretenden implementar el servicio de telefonía IP. Además no es necesario adquirir una tarjeta analógica para la línea de los teléfonos IP, ya que se va utilizar los teléfonos inteligentes de los usuarios de la clínica como clientes SIP y XMPP siendo una ventaja en la factibilidad económica.

3.4.2.3. Configuración del servidor VoIP

Dada las características de la PC donde se va alojar el servicio y luego de haber instalado el software libre de virtualización VirtualBox versión 5.1.14, basándose en los requerimientos mínimos para la ejecución de Elastix 2.4 como se mencionó en la sección anterior, se detalla los componentes técnicos que se le asigna para instalar Elastix en la máquina virtual.

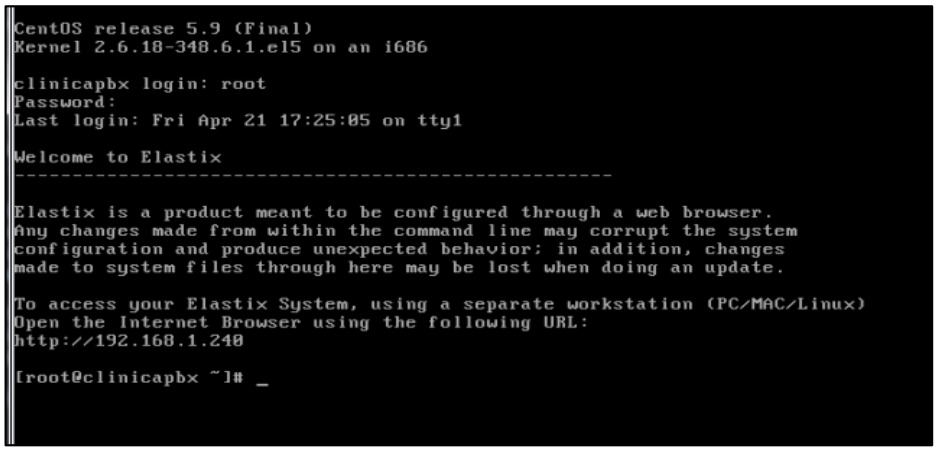
- Nombre del sistema: Elastix 2.4
- Memoria RAM: 512 MB
- Disco duro: 32 GB
- Configuración de Red: adaptador de puente/eth0

Una vez establecido los componentes técnicos que lleva la central virtualizada, se requiere tener el software de instalación, en este caso la imagen ISO de Elastix 2.4 que se puede descargar de manera gratuita de la página web de los desarrolladores.

Para conocer cómo se realiza la instalación y configuración de Elastix en la maquina máquina virtual previamente preparada, se deja una guía rápida en el apartado de Anexos, donde se mencionan algunos aspectos a tener en cuenta para el correcto funcionamiento del software de comunicación unificada en este proyecto.

FIGURA Nº 22

PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN DE ELASTIX

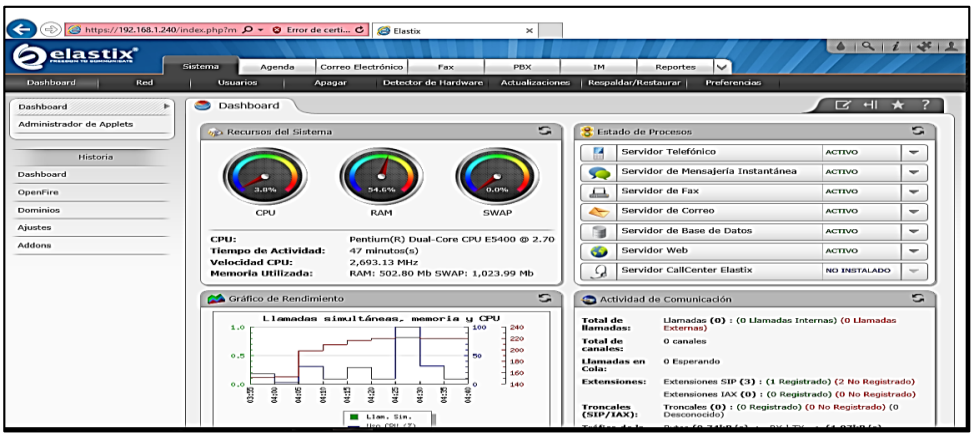


Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Concluida la instalación del servidor Elastix, al iniciar el servidor se pide el usuario “root” y la contraseña “clinicagarcia” como se muestra en la figura Nº 22, esta configuración se la realizó previamente al instalar Elastix, en la parte de Anexos se puede observar detalladamente las configuraciones, cada vez que se inicia sección al servidor nos mostrará la IP fija que se asignó 192.168.1.240 para el servidor VoIP. Esta IP sirve para realizar la configuración de la central VoIP mediante el interfaz web, es recomendable acceder al servidor mediante el navegador Internet Explorer como se observa en la figura Nº 23.

FIGURA Nº 23

INTERFAZ WEB DE ELASTIX



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.4.2.4. Configuración del servicio de mensajería instantánea

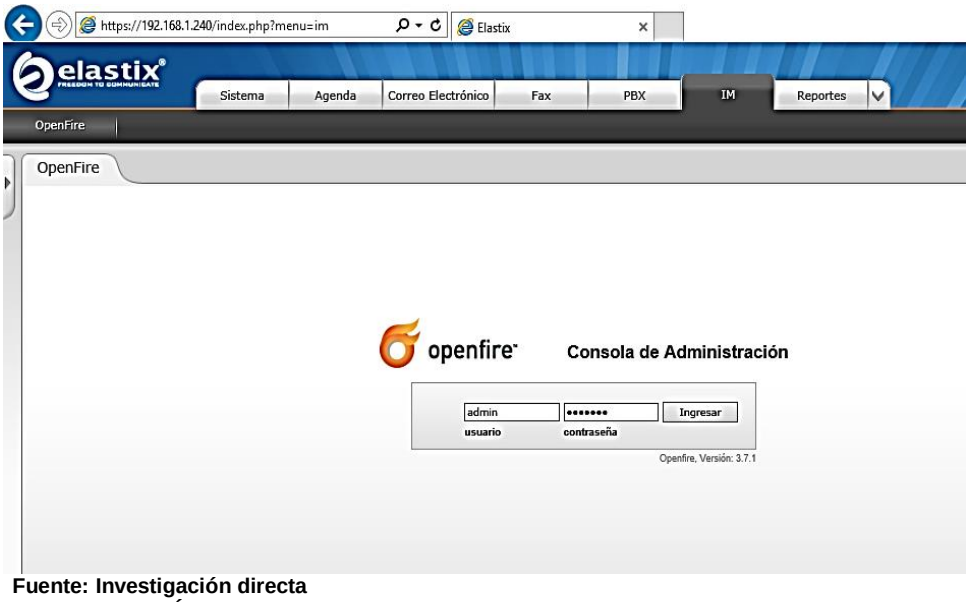
Una vez configurado el servidor VoIP, se procede a instalar el servicio de mensajería instantánea. La ventaja de usar Elastix es que permite agregar complementos (plugins) para unificar los sistemas de comunicaciones, entre estos componentes se destaca el sistema de Openfire que facilita el servicio de mensajería instantánea mediante el protocolo XMPP de manera fluida, permitiendo administrar a los usuarios de la clínica para que tenga como alternativa este recurso.

Para la instalación del sistema de mensajería instantánea igual que en Elastix se le asigna un usuario y una contraseña, donde puede ser la misma del servidor VoIP, así mismo se define una dirección IP fija en este caso se estable la misma 192.168.1.240.

Una vez instalado Openfire, se habilita en el entorno grafico web de Elastix una pestaña IM, al iniciar nuestro servicio nos pedirá el usuario “admin” y la contraseña “clinicagarcia” como se muestra en la figura Nº 24.

FIGURA Nº 24

INICIO DE SECCIÓN DE OPENFIRE

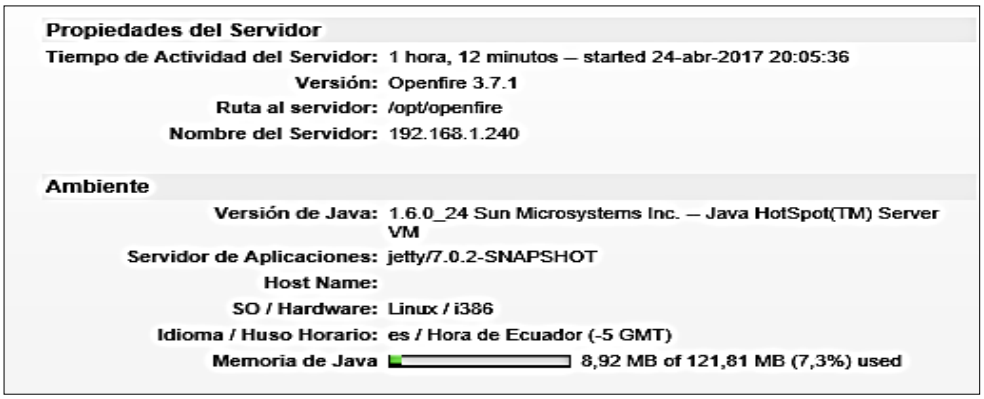


Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Al iniciar sesión al servidor, se muestra la pantalla de configuración del mismo, ya que es necesario saber cómo está constituido el servidor para cambios futuros.

FIGURA Nº 25

CONFIGURACIONES DEL SERVIDOR

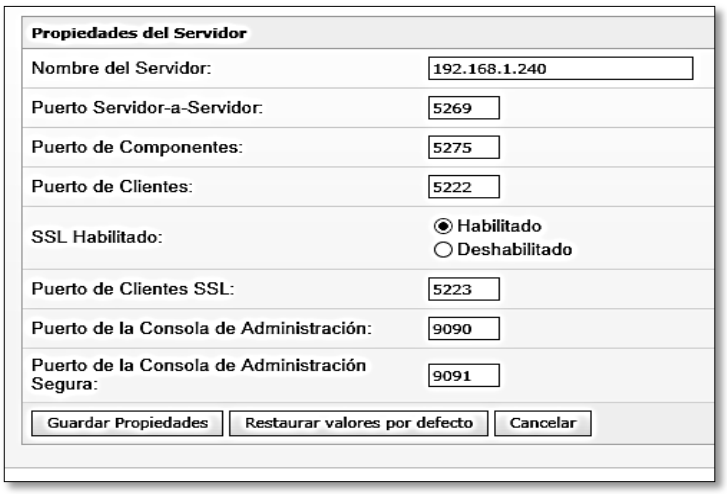


Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Para el correcto funcionamiento del servicio de mensajería instantánea y que los usuarios puedan interactuar en tiempo real sin problema de conexión, se deben habilitar unos cuantos puertos del sistema como se ve en la siguiente figura.

FIGURA Nº 26

ASIGNACIÓN DE PUERTOS PARA MENSAJERÍA



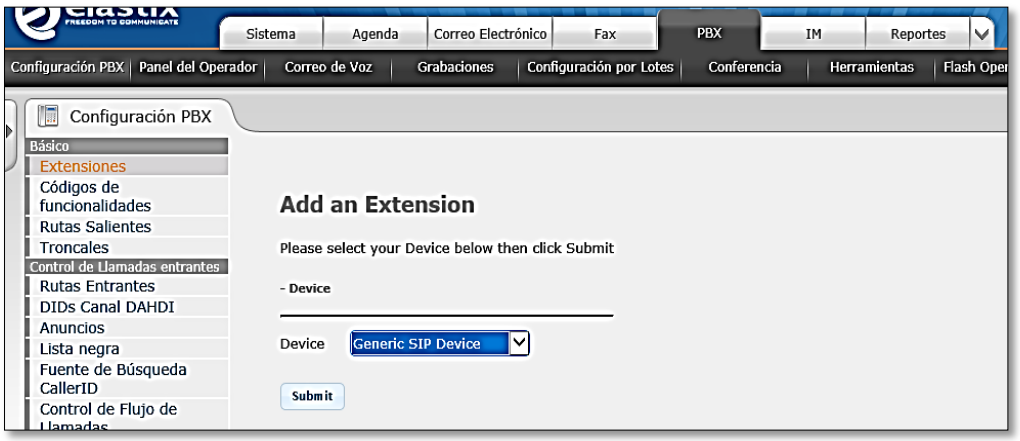
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

El puerto 5269 sirve para conectar el servidor con otros servidores, en este caso se lo abre porque se enlaza con el servidor Elastix, el puerto 5275 se lo utiliza para poder establecer componentes al servidor, el puerto 5222 es el que permite la conexión de los clientes en esta ocasión los usuarios de la clínica, el puerto 5223 para la conexión de los clientes por medio del protocolo de Seguridad de la capa de transporte (SSL) y los dos últimos puertos 9090 y 9091 para administrar el servidor mediante el interfaz web.

3.4.2.5. Creación y configuración de extensiones en Elastix

Luego de haber instalado y configurado los servidores correctamente, se procede a crear las extensiones para los usuarios SIP que se emplearan para la prueba, la creación de los usuarios se lo realiza mediante el entorno web de Elastix, se ejecuta el navegador Internet Explorer y en la barra de navegación se escribe la dirección IP del servidor 192.168.1.240, se inicia sesión con la contraseña y el usuario explicado en la sección anterior, en la pantalla PBX aparece una ventana donde pide seleccionar el tipo de protocolo de señalización para los clientes, en este caso se elige el protocolo SIP como se observa en la figura Nº 27.

FIGURA Nº 27
SELECCIÓN DE PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN PARA LOS USUARIOS



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Luego de seleccionar el protocolo de señalización, aparece una pantalla donde tenemos que llenar con la información que se les dará a las extensiones de acuerdo a los usuarios, para la prueba se crearán 4 extensiones con los datos que se mencionan en la siguiente tabla.

TABLA Nº 15

INFORMACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LAS EXTENSIONES

Extensión # 1	
Extensión del Usuario	100
Nombre para mostrar	Amanda
Alias SIP	Amis
Clave	Clinica100
Extensión # 2	
Extensión del Usuario	101
Nombre para mostrar	Roberto
Alias SIP	Robert
Clave	Clinica101
Extensión # 3	
Extensión del Usuario	102
Nombre para mostrar	Génesis
Alias SIP	Gene
Clave	Clinica102
Extensión # 4	
Extensión del Usuario	103
Nombre para mostrar	Carlos
Alias SIP	Car
Clave	Clinica103

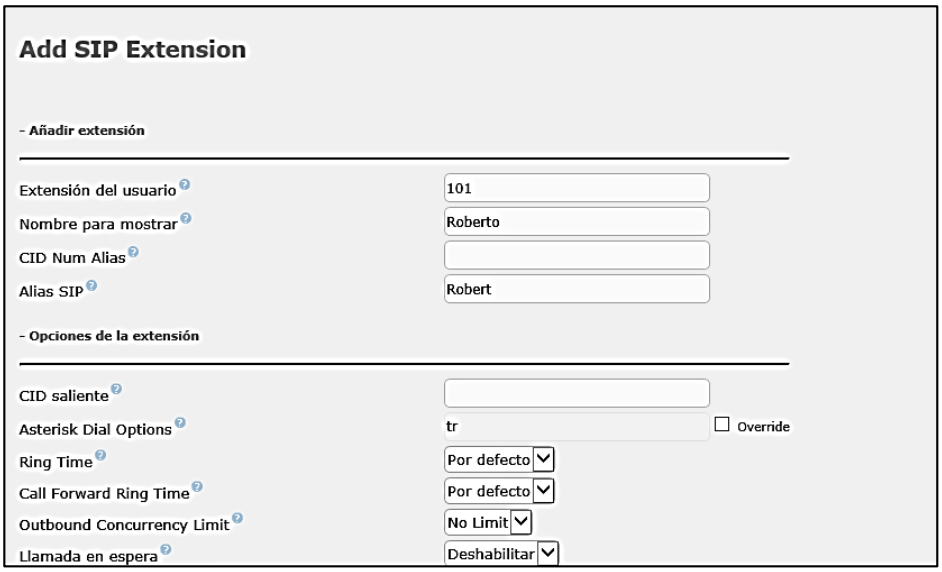
Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

De acuerdo a los datos de la tabla Nº 16 se procede a crear las extensiones en el servidor, cabe señalar que aquí se puede habilitar o deshabilitar algunas opciones como:

- Activar el buzón de voz.
- Llamada en espera.
- Cuantas veces se requiere que timbre si no se contesta una llamada.
- Grabación de llamada.
- Asignación de permiso a los usuarios para administración del servidor.

FIGURA Nº 28

CREACIÓN DE EXTENSIONES EN ELASTIX



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.4.2.6. Creación y configuración de usuarios en Openfire

Para la creación de usuarios para los clientes XMPP, iniciamos sesión en el servidor Openfire, nos dirigimos a la pestaña Usuarios/Grupos y ahí se procede a crear los mismos usuarios de prueba como se hizo en el punto anterior. En la siguiente tabla se observa los datos a llenar en los campos que se requieren del servidor.

TABLA Nº 16

INFORMACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LOS USUARIOS

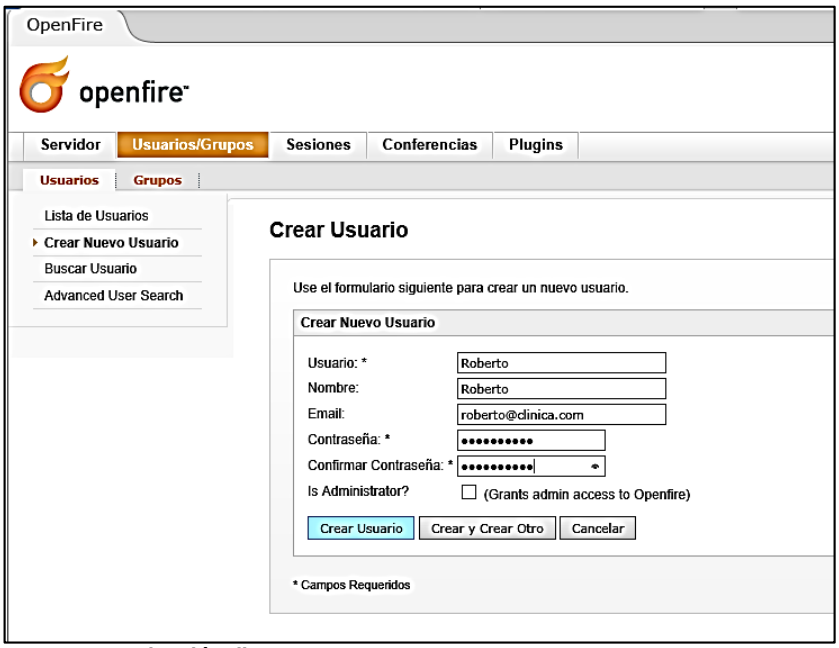
Usuario # 1	
Nombre de Usuario	Amanda
Email	amanda@clinica.com
Grupo	Administración
Contraseña	clinica100
Usuario # 2	
Nombre de Usuario	Roberto
Email	roberto@clinica.com
Grupo	Imagenología
Contraseña	clinica101
Usuario # 3	
Nombre de Usuario	Génesis
Email	genesis@clinica.com

Grupo	Medico
Contraseña	clinica102
Usuario # 4	
Nombre de Usuario	Carlos
Email	carlos@clinica.com
Grupo	Rayos X
Contraseña	clinica103

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Los campos a llenar son el nombre de usuario, el Email con su dominio establecido en la instalación de Openfire en este caso se la denomino "clínica" y grupo al que pertenece el usuario, se ha asignado cada usuario de prueba para cada departamento de la clínica, así mismo se establece una contraseña para poder acceder de la aplicación XMPP.

FIGURA Nº 29
CAMPOS A LLENAR PARA LA CREACIÓN DE USUARIOS EN OPENFIRE



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.4.2.7. Configuración del softphone como cliente SIP

Luego de haber creado las extensiones para los usuarios en el

servidor Elastix, se procede a configurar los softphone como clientes SIP, para la prueba se utiliza la aplicación Zoiper, disponible para sistemas operativos Windows, Linux y Android, siendo este último el que vamos a utilizar en los teléfonos inteligentes. Para S.O. Android sta aplicación se la puede encontrar de manera gratuita en la Play Store y funciona correctamente en los teléfonos inteligentes de características que se recomendó en el capítulo II.

Una vez instalada la aplicación en el dispositivo, aparecerá la opción de añadir nueva cuenta SIP o IAX, ahí se selecciona SIP, y se procede a llenar los campos de configuración para poder tener acceso al servidor, a continuación se puede observar en la figura Nº 30 los campos a llenar para cada dispositivo de los usuarios.

FIGURA Nº 30
AUTENTICACIÓN EN LOS TELÉFONOS INTELIGENTES DE LOS USUARIOS DE PRUEBA

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Los campos para cada usuario se los detalla en el siguiente cuadro, este procedimiento se lo debe realizar con los dispositivos conectado a la misma red del servidor, Una vez llenados los campos ponemos salvar y aparecerá que ya estamos conectado al servidor VoIP.

TABLA Nº 17

INFORMACIÓN PARA LA CREACIÓN DE CUENTA SIP EN LOS TELÉFONOS INTELIGENTES DE LOS USUARIOS

Cuenta # 1	
Nombre de la cuenta	Amanda
Host (IP del servidor)	192.168.1.240
Nombre de usuario (# de extensión)	100
Clave	clinica100
Cuenta # 2	
Nombre de la cuenta	Roberto
Host (IP del servidor)	192.168.1.240
Nombre de usuario (# de extensión)	101
Clave	clinica101
Cuenta # 3	
Nombre de la cuenta	Genesis
Host (IP del servidor)	192.168.1.240
Nombre de usuario (# de extensión)	102
Clave	clinica102
Cuenta # 4	
Nombre de la cuenta	Carlos
Host (IP del servidor)	192.168.1.240
Nombre de usuario (# de extensión)	103
Clave	clinica103

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

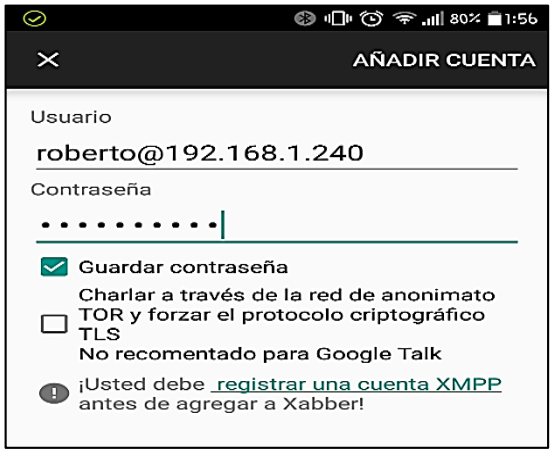
3.4.2.8. Configuración de las cuentas XMPP para mensajería instantánea

En el caso del servicio de mensajería instantánea se utiliza como cliente XMPP la aplicación Xabber, se escoge esta aplicación para la prueba por ser estable y gratuita, también se la puede descargar en la Play Store y funciona correctamente en los teléfonos inteligente de característica de clase baja. Una vez instalada la aplicación en el Smartphone la ejecutamos, nos pregunta si tiene alguna cuenta XMPP en este casi seleccionamos esa

opción ya que si se posee este tipo de cuenta, y se pedirá a llenar los campos como se muestra en la figura.

FIGURA Nº 31

INFORMACIÓN REQUERIDA POR CADA USUARIO



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Estos datos fueron los asignados para cada usuario cuando se creó las cuentas en el servidor Openfire, el usuario lleva como dominio la dirección IP del servidor de mensajería.

3.4.2.9. Pruebas de funcionamiento

En este punto se documentan las pruebas que se lleva a cabo para mostrar el funcionamiento del prototipo del sistema de VoIP y mensajería instantánea, para la simulación se configura cuatros Smartphones como cliente SIP como se menciona en los puntos anteriores.

Objetivo: Establecer llamadas y envió de mensajes entre dos clientes SIP y XMPP respectivamente.

Al ejecutar servidor Elastix muestra las extensiones SIP como activos a los 4 usuarios que han sido registrados, de la misma forma se observa el tráfico de la red actual como se muestra en la figura Nº 32.

FIGURA Nº 32

ACTIVIDAD DEL SERVIDOR ELASTIX

Total de llamadas:	Llamadas **(0)** : (0 Llamadas Internas) (0 Llamadas Externas)
Total de canales:	0 canales
Llamadas en Cola:	0 Esperando
Extensiones:	Extensiones SIP **(4)** : (4 Registrado) (0 No Registrado)
	Extensiones IAX **(0)** : (0 Registrado) (0 No Registrado)
Troncales (SIP/IAX):	Troncales **(0)** : (0 Registrado) (0 No Registrado) (0 Desconocido)
Tráfico de la RED:	Bytes **(0.76kB/s)** <= RX | TX => **(1.07kB/s)**

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Se estableció la llamada y envió de mensaje entre la extensión 100 y 101 obteniendo los siguientes resultados:

- La llamada se estableció sin problema.
- La comunicación entre las dos extensiones (100 y 101) fue de calidad, sin eco ni retraso.
- La interacción entre los usuarios al enviarse mensajes de texto fue exitosa, sin presentar ningún inconveniente ni retraso al enviar y recibir.

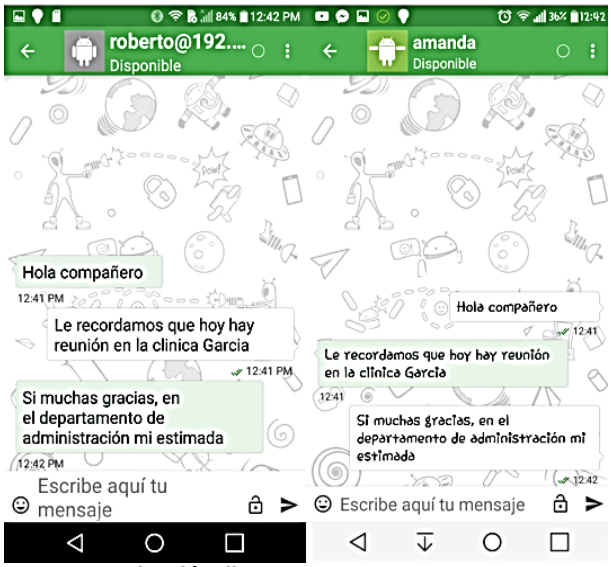
FIGURA Nº 33

SE ESTABLECE UNA LLAMADA ENTRE LA EXTENSIÓN 100 Y 101

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

FIGURA Nº 34

INTERACCIÓN ENTRE DOS USUARIOS USANDO XABBER



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.4.2.10. Análisis del procesamiento de los protocolos involucrados en VoIP

Para el siguiente análisis se usa la herramienta Wireshark que es un software esencial para estudiar los protocolos en una red, en este caso se capturaran los que se utilizan para VoIP, como: el protocolo de señalización SIP, el protocolo de transporte en tiempo real RTP y el SDP que es el encargado de describir los flujo de iniciación multimedia, de esta manera se da validez al funcionamiento de los servicios que se proponen en este proyecto.

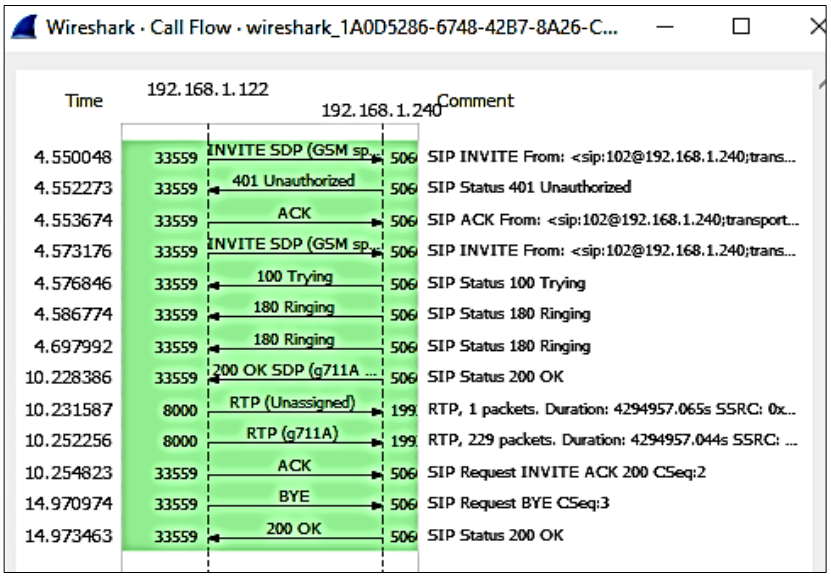
Objetivo: De acuerdo a la implementación final del prototipo, se realiza pruebas experimentales para capturar el tráfico de los paquetes generados por las aplicaciones de los dispositivos finales utilizados en el servicio de VoIP, con el fin de analizar los protocolos antes mencionados.

Lo primero que se debe realizar es iniciar el escaneo de la red con el software Wireshark y establecer una llamada entre dos extensiones, en

este caso la 101 y 102.

FIGURA Nº 35

INTERCAMBIO DE MENSAJE DEL PROTOCOLO SIP



Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

Como se mencionó anteriormente, los protocolos que intervienen en el servicio VoIP son SDP, SIP y RTP, los cuales se procesan mediante el envían de mensajes para que se cumpla la comunicación, en la captura del tráfico en el programa Wireshark estableciendo filtros con el fin de mostrar los protocolos mencionados que se trasmiten en la red.

Se observa en la figura Nº 35 el proceso de la llamada establecida entre las extensiones 101 y 102 comienza con él envió del mensaje INVITE SDP encapsulado en el protocolo SIP desde la extensión emisor, el cual establece una sesión entre las dos extensiones y procede a negociar el tipo de códec en este caso GSM que utiliza el softphone Zoiper por defecto y los puertos que se emplearán para la comunicación.

Los siguientes mensajes que se observa en la figura son 100 Trying y 180 Ringing como repuesta del receptor al INVITE, los cuales indican la confirmación del aviso de la llamada del usuario emisor. Como repuesta de

que se contestó la llamada por el receptor y aceptó los requerimientos se genera el mensaje 200 OK.

Una vez establecida la sesión entre los dos usuarios entra en juego el protocolo RTP, ya que la voz requiere trasmitirse en tiempo real proponiendo los códecs a usar (g711A, g711U, GSM), y el usuario trasmisor confirma que se está estableciendo la llamada con un mensaje ACK.

Para finalizar la llamada se genera un mensaje BYE que indica la terminación de la sesión establecida entre las dos extensiones y como repuesta un mensaje 200 OK del softphone que termina la llamada.

3.4.3. Presupuesto para la implementación de la red LAN y WLAN para el servicio de VoIP

Una vez mostrado los servicios que se ofrece en este proyecto, se brinda un presupuesto como referencial para el diseño de red propuesto para brindar el servicio de VoIP junto con otras aplicaciones de la clínica, los costos de los dispositivos dará una idea para que la clínica tenga en mente la inversión que se requiere para adquirir este servicio de acuerdo a los requerimientos dado en el capítulo II, los precios de los equipos a utilizar son los que se encuentran actualmente en el mercado ecuatoriano cotizados en los diferentes sitios web como: Mercado libre, OLX y Amazon.

TABLA Nº 18

COSTO DEL DISEÑO DE RED PROPUESTO PARA EL SERVICIO DE VOIP

EQUIPOS PARA LA RED	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Servidor	1	$ 450	$ 450
Rack	1	$ 300	$ 300

Patch Panel	2	$ 49	$ 98
Switch Tp-Link TL-SG3210	5	$ 119	$ 595
Switch Tp-Link TL-SG3216	2	$ 150	$ 300
Access Point Tp-Link TL-WA801ND	5	$ 28	$ 140
Cable UTP cat 6	100 mts.	$ 45	$ 45
SOFTWARE			
Licencia Linux – Elastix	1	$ 0	$ 0
Licencia Zoiper	1	$ 0	$ 0
Licencia Xabber	1	$ 0	$ 0
IMPLEMENTACIÓN			
Planificación	1	$ 50	$ 50
Diseño	1	$ 80	$ 80
Instalación y configuración	1	$ 500	$ 500
Documentación	1	$ 50	$ 50
TOTAL			**$ 2608**

Fuente: Investigación directa
Elaborado por: Álava Tomalá Roberto

3.5. Conclusiones

Mediante la observación y la entrevista realizada al administrador de la clínica, se conoce que la institución no cuenta con una red debidamente diseñada y documentada, por eso se elaboró el diseño lógico y físico de la red LAN y WLAN siguiendo la topología del diseño jerárquico de 3 capas de Cisco Systems, además se creó subredes y VLAN a nivel de switch para una mejor segmentación de la red y tratando de reducir lo más posible el jitter y latencia que pueda perjudicar la comunicación en tiempo real del servicio de VoIP.

Para el diseño propuesto se siguió las pautas y recomendaciones de la metodología de Top-Down de Cisco Systems, que garantiza un rendimiento en base a costo/beneficio de la red si se requiere implementar en un futuro

en la clínica, así se puede tener una red convergente para la trasmisión de voz y datos, siendo un gran paso para la clínica y maternidad García en términos de innovación tecnológica y aumentando la productividad de los trabajadores de la misma.

Se estima que en la implementación de un sistema de VoIP para las empresas que no sobrepasen los 50 trabajadores, el gasto que se invertiría seria en el hardware del sistema, ya que las soluciones de software utilizado es distribuido de manera gratuita, además la perspectiva de este proyecto se enfoca a empresas pequeñas y medianas donde el presupuesto no le permite adquirir tecnología de alto costo y el personal dedicado a dar soporte a determinadas aplicaciones de la red.

En el análisis de las pruebas de la central VoIP virtual empleando el software Elastix, se obtuvieron los resultados esperados, ya que los clientes SIP y XMPP se pudieron comunicar sin ningún problema y se evidenció que las aplicaciones utilizada para la prueba cumplen con las funciones mencionadas en el capítulo I como el rendimiento, flexibilidad y compatibilidad con diferente hardware utilizado para el sistema VoIP, además se pueden agregar complementos de manera gratuita como es el de mensajería instantánea.

Se considera una ventaja en factor económico el utilizar como softphone los teléfonos inteligentes de los trabajadores de la clínica y permite la movilidad de los usuarios ya que no depende de estar en sus puestos fijos.

De acuerdo al presupuesto planteado se observa un coste de adquisición de los equipos del sistema inicial competitivo, por lo que en la arquitectura de hardware es poco exigente, es decir que la central VoIP puede funcionar sobre un servidor estándar y hace posible que pequeñas empresas puedan implementar estos servicios a un bajo costo.

3.6. Recomendaciones

Se recomienda que a los equipos de la actual red se realice un chequeo o mantenimiento, ya que algunos dispositivos están obsoletos y esto complica en el funcionamiento de la red actual, perjudicando a los trabajadores de la clínica cuando requieren acceder a alguna aplicación.

La distribución y el número de los puntos de accesos inalámbricos que se requieren para la implementación futura de este proyecto dependerán de la infraestructura física de la clínica, la UIT recomienda que el nivel de señal de los dispositivos móviles sea de al menos -65 dbi para el caso de telefonía IP y mensajería instantánea.

Al configurar un servidor VoIP para su implementación, la PC que se utilice debe cumplir como requisito mínimo las características descritas en el capítulo II para que pueda funcionar sin problema, además debe tener la capacidad de trabajar las 24 horas y los 7 días de las semanas sin interrupciones.

Se debe disponer de un ancho de banda considerable, ya que los servicios de VoIP y mensajería instantánea trabajan en tiempo real y no debe tener problemas de retardos y conectividad, además se recomienda aplicar QoS de la red WLAN tomando en cuenta el roaming durante la movilidad del usuario.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

UIT-T: El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) reúnen a expertos de todo el mundo para elaborar normas internacionales conocidas como Recomendaciones UIT, que actúan como elementos definitorios de la infraestructura mundial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Protocolo: Conjunto de reglas y ceremoniales que deben de seguirse en ciertos actos, normas de cortesía que deben de seguirse.

Ancho de banda: En conexiones a Internet el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (BPS), kilobytes por segundo (kbps), o megabytes por segundo (Mbps).

UDP: En sus siglas Protocolo de Datagrama de Usuario, es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de dichos datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción.

TCP / IP: Significativo de la siglas (Transmission Control Protocol / Internet

Protocol), es un lenguaje básico de comunicación o protocolo de internet, también se puede utilizar como un protocolo de comunicaciones en una red privada.

Servidor: Una maquina informática o un ordenador que, como su nombre lo está indicando, fue creado para estar satisfaciendo las demandas de otras máquinas, ordenadores o personas que son llamadas clientes o usuarios. Estos ordenadores pueden ofrecer a sus clientes todo tipo de información y gestión de programas que lleguen a necesitar estos usuarios.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que comprende o constituyen un computador, equipo o sistema informático.

Software: Conjunto de programas y rutinas que logran que la computadora a algún hardware realice denominadas tareas.

Central telefónica: La central telefónica es un conmutador, es decir un aparato que asegura automáticamente las conexiones telefónicas entre el que hace una llamada y el que la recibe (dentro de la empresa como hacia el exterior).

Escalabilidad: Es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para reaccionar y adaptarse sin perder calidad, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.

ANEXOS

ANEXO Nº 1

MARCO LEGAL

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

En la constitución de la república en su sección Octava de la educación en el Art. 75 expresa:

Serán funciones principales de las universidades y escuelas politécnicas, la investigación científica, la formación profesional y técnica, la creación y desarrollo de la cultura nacional y su difusión en los sectores populares, así como el estudio y el planteamiento de soluciones para los problemas del país, a fin de contribuir a crear una nueva y más justa sociedad ecuatoriana, con métodos y orientaciones específicos para el cumplimiento de estos fines.

Sección novena de la ciencia y tecnología

Art. 80.- El Estado fomentará la ciencia y la tecnología, especialmente en todos los niveles educativos, dirigidas a mejorar la productividad, la competitividad, el manejo sustentable de los recursos naturales, y a satisfacer las necesidades básica s de la población.

Garantizará la libertad de las actividades científicas y tecnológicas y la protección legal de sus resultados, así como el conocimiento ancestral colectivo.

La investigación científica y tecnológica se llevará a cabo en las universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos y tecnológicos y centros de investigación científica, en coordinación con los sectores productivos cuando sea pertinente, y con el organismo público que establezca la ley, la que regulará también el estatuto del investigador científico.

REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) registro oficial Nº 439 indica en el Art. 2:

La ley se aplicará a todas las actividades de establecimiento, instalación y explotación de redes, uso y explotación del espectro radioeléctrico, servicios de telecomunicaciones y a todas aquellas personas naturales o

jurídica que realicen tales actividades a fin de garantizar el cumplimiento de los derechos y deberes de las prestadores de servicios y usuarios.

En el título II redes y prestación de servicios de telecomunicaciones de la LOT

Artículo 9.- Redes de telecomunicaciones: Para el caso de redes inalámbricas se debieran cumplir las políticas y normas de precaución o prevención, así como la mimetización y reducción de contaminación visual.

En el Artículo 12.- Convergencia "El Estado impulsará el establecimiento y explotación de redes y prestación de servicios de telecomunicaciones que promuevan la convergencia de servicios.

El Articulo 13.- Redes privadas de telecomunicaciones menciona que las personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, puede conectar distintas instalaciones o servicios bajo su control, siempre y cuando se registre ante la ARCOTEL en el caso de uso del espectro de radioeléctrico, estas redes están destinadas a satisfacer las necesidades del titular (ARCOTEL, 2015).

REGLAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

El Art. 1 menciona: Los objetivos de la investigación en la Universidad de Guayaquil están concebidos como parte de un proceso de enseñanza único, de carácter docente investigativo, orientado según norma el Estatuto Orgánico, para permitir el conocimiento de la realidad nacional y la creación de ciencia y tecnología, capaces de dar soluciones a los problemas del país.

Las investigaciones dirigidas a la comunidad tienen por finalidad estimular las manifestaciones de la cultura popular, mejorar las condiciones intelectuales de los sectores que no han tenido acceso a la educación superior; la orientación del pueblo frente a los problemas que lo afectan; y la prestación de servicios, asesoría técnica y colaboración en los planes y proyectos destinados a mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

ANEXO Nº 2

SWITCH PARA LA CAPA DE ACCESO

SWITCH TP-LINK TL-SG3210

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3210.html#specifications
Elaborado por: Tp-link

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH TP-LINK TL-SG3210

Puertos	8 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps y un puerto de consola.
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE802.3z, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3x, IEEE 802.1d, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1q, IEEE 802.1x, IEEE 802.1p.
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable (100 metros como máximo)
Fuente de Alimentación	00～240VAC, 50/60Hz
VLAN	SI
QoS	Si/ 4 colas de prioridad
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando (CLI)
Costo	$ 119

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3210.html#specifications
Elaborado por: Tp-link

SWITCH CISCO SMALL BUSINESS SG200-08P

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWICTH CISCO SMALL BUSINESS SG200-08P

Puertos	8 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable.
Fuente de Alimentación	PoE
VLAN	SI
QoS	Si
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando (CLI)
Costo	$ 255,61

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

SWITCH HP JG920A

Fuente: https://www.hpe.com/
Elaborado por: HP

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWICTH SWITCH HP JG920A

Puertos	8 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable.
Fuente de Alimentación	PoE
VLAN	SI
QoS	Si
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando limitado (CLI)
Costo	$ 149

Fuente: https://www.hpe.com/
Elaborado por: HP

ANEXO Nº 3

SWITCH PARA LA CAPA DE DISTRIBUCIÓN

SWITCH TP-LINK TL-SG3216

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3216.html#features
Elaborado por: Tp-link

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH TP-LINK TL-SG3216

Puertos	16 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps y un puerto de consola.
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE802.3z, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3x, IEEE 802.1d, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1q, IEEE 802.1x, IEEE 802.1p.
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable (100 metros como máximo)
Fuente de Alimentación	00～240VAC, 50/60Hz
Memoria	512 KB
VLAN	SI
QoS	Si/ 4 colas de prioridad VLAN de Voz
Seguridad	Encuadre IP-MAC-Port-VID Autenticación basada en puerto IEEE 802.1X/ MAC, Radio, VLAN Invitado Defensa DoS Inspección dinámica ARP (DAI) SSH v1/v2 SSL v2/v3/TLSv1
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando (CLI)
Costo	$ 150

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-39_TL-SG3216.html#features
Elaborado por: Tp-link

CISCO CATALYST WS-C3750X-24P-S

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH CISCO CATALYST WS-C3750X-24P-S

Puertos	24 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ab (LLDP), IEEE 802.3at
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable (100 metros como máximo)
Fuente de Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz) - PoE
Memoria	128 MB
VLAN	SI
QoS	Si/
Seguridad	Limitación de tráfico, Broadcast Storm Control, Alta disponibilidad, Multicast Storm Control, Unicast Storm Control, admite Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), snooping DHCP, soporte de Dynamic Trunking Protocol (DTP), soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP),
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando (CLI), SNMP 1, RMON 1.
Costo	$ 950

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

SWITCH HP V1910-24G

Fuente: https://www.hpe.com/
Elaborado por: HP

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH HP V1910-24G

Puertos	24 puertos RJ45 de 10/100/1000Mbps
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-TX IEEE 802.3ab 1000BASE-T
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o superior de cable (100 metros como máximo)
Fuente de Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz) - PoE
Memoria	128 MB
VLAN	SI
QoS	No
Seguridad	UL 60950; IEC 60950-1; EN 609501; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03
Administración	GUI basado en la web/Interfaz de Línea de Comando (CLI)
Costo	$ 210

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

ANEXO Nº 4

ACCESS POINT PARA LA CAPA DE ACCESO

ACCESS POINT TP-LINK TL-WA801ND

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-12_TL-WA801ND.html#overview
Elaborado por: Tp-Link

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACCESS POINT TP-LINK TL-WA801ND

Puertos	10 / 100M puerto Ethernet (RJ45) Soporte PoE pasivo
Velocidad de trasmisión	300 Mbps
Estándares y Protocolos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Fuente de Alimentación	9 VCC / 0.6A
Tipo de antena	2 * 5dBi desmontable Omnidireccional (RP-SMA)
Tasa de señal	11n: hasta 300 Mbps (dinámico) 11g: Hasta 54Mbps (dinámico) 11b: hasta 11 Mbps (dinámico)
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Seguridad	64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK.
Administración	SNMP

Fuente: http://www.tp-link.ec/products/details/cat-12_TL-WA801ND.html#overview
Elaborado por: Tp-Link

ACCESS POINT CISCO WAP321-A-K9 POE

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACCESS POINT CISCO WAP321-A-K9 POE

Puertos	10 / 100M puerto Ethernet (RJ45) Soporte PoE pasivo
Velocidad de trasmisión	= velocidad de datos de 300 Mbps; el rendimiento real variará cliente.
Estándares y Protocolos	IEEE 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u, 802.1X (autenticación de seguridad), 802.1Q (VLAN), 802.11i (WPA2), 802.11e (QoS inalámbricas)
Fuente de Alimentación	9 VCC / 0.6ª PoE
Tipo de antena	Antena PIFA interno fijo
Tasa de señal	11n: hasta 300 Mbps (dinámico) 11g: Hasta 54Mbps (dinámico) 11b: hasta 11 Mbps (dinámico)
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Seguridad	64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK.
Administración	Navegador web, SNMP v3, Bonjour

Fuente: http://www.cisco.com/
Elaborado por: Cisco

ACCESS POINT SENAO ENGENIUS EOC-5611

Fuente: http://www.engeniusnetworks.com/
Elaborado por: Engeniusnetworks

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ACCESS POINT SENAO ENGENIUS EOC-5611

Puertos	10 / 100M puerto Ethernet (RJ45)
Velocidad de trasmisión	= velocidad de datos de 300 Mbps; el rendimiento real variará cliente.
Estándares y Protocolos	IEEE 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.11a
Fuente de Alimentación	9 VCC / 0.6 A
Tipo de antena	Antena Switch direccional de 13 dBi
Tasa de señal	802.11a -92dBm @ 6Mbps, -73dBm @ 54Mbps 802.11g -92dBm @ 6Mbps, -75dBm @ 54Mbps 802.11b -97dBm @ 1Mbps, -91dBm @ 11Mbps
Frecuencia	2.4-5GHz
Seguridad	64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK.
Administración	Navegador web, SNMP.

Fuente: http://www.engeniusnetworks.com/
Elaborado por: Engeniusnetworks

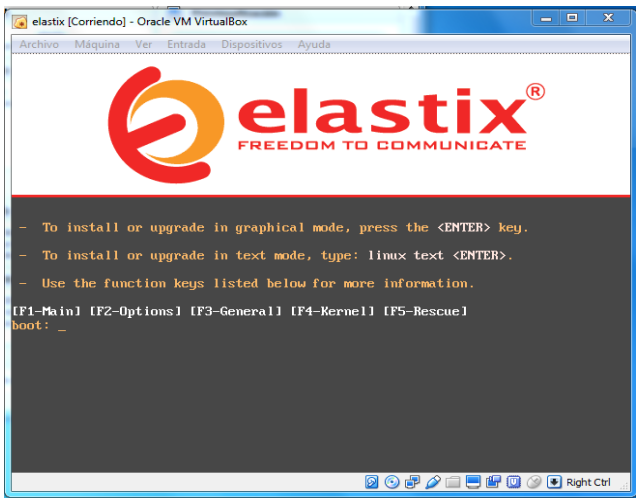
ANEXO Nº 5

GUÍA DE INSTALACIÓN DE ELASTIX

Una de las formas como se puede instalar el software de comunicaciones unificadas Elastix es usando máquina virtual, en este caso se utilizó VirtualBox, las características de requerimientos para la máquina virtual se lo detalló en el capítulo III. Para la instalación de Elastix se necesita una imagen ISO del software que se lo puede descargar directamente de la página web del programa.

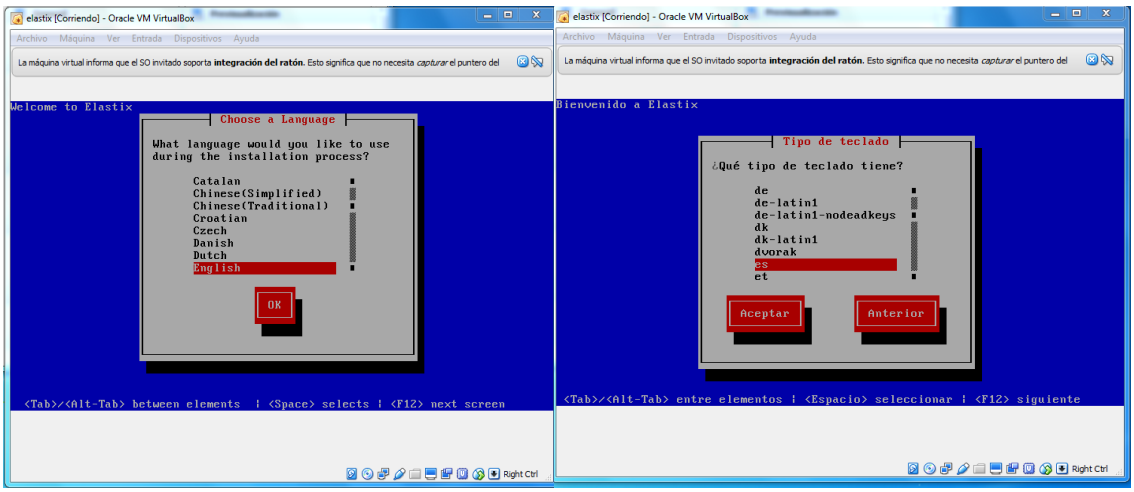
Una vez hecha las configuraciones previas en VirtualBox se arranca el sistema, inmediatamente se comienza la instalación, la primera pantalla en aparecer es la siguiente:

Pantalla de instalación de Elastix



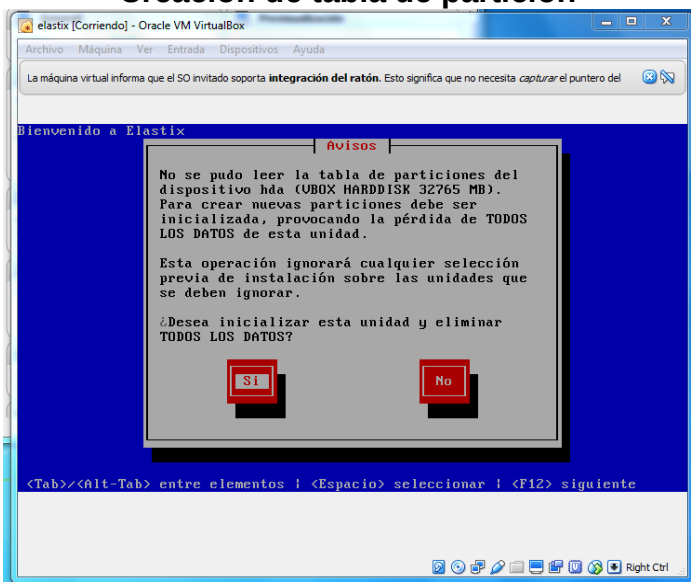
Simplemente se da ENTER para comenzar con el proceso, y se espera que se cargue, hasta que aparezca la pantalla donde se realiza la primera configuración.

Pantalla de selección del idioma y el teclado



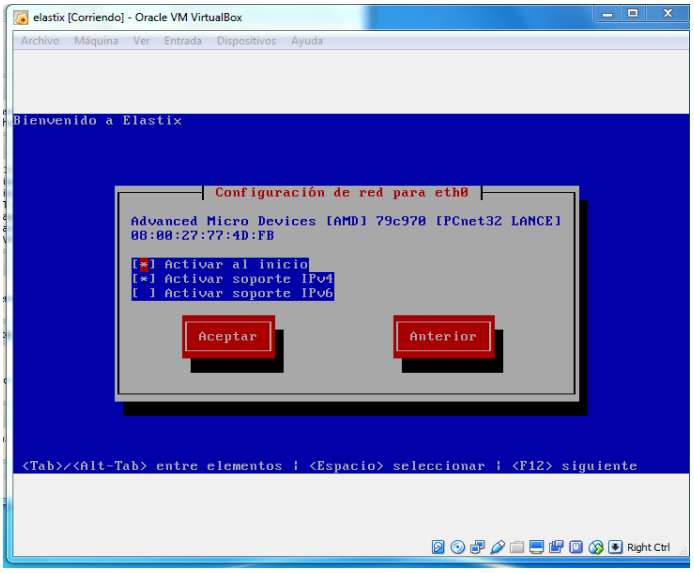
Se selecciona el idioma español y el teclado que poseemos en la computadora que realizar funciones de servidor.

Creación de tabla de partición



Se pide confirmar para crear la tabla de partición o el espacio del disco duro que será asignado al servidor Elastix. La creación de la tabla de partición borra todo el contenido del disco duro y reasigna todo el espacio a Elastix. En este proyecto por tratarse de una instalación en una máquina virtual no se corre ningún riesgo de perder datos ya que el disco duro es también virtual totalmente independiente del disco físico de la computadora anfitrión. Le damos si y en la siguiente ventana aceptar.

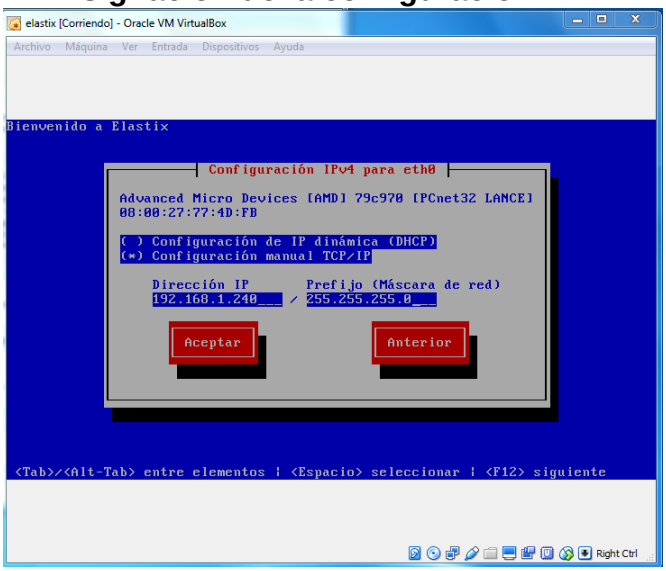
Configuración del interfaz de red para el servidor



Lo siguiente es configurar los parámetros de la Red IP de la interface de red de nuestro servidor.
En esta parte se activan las siguientes opciones:

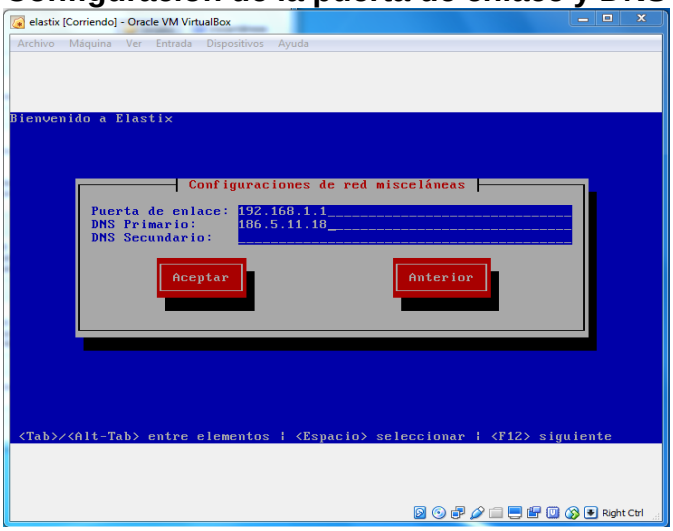
Activar al inicio
Activar soporte de IPv4
Seleccionar soporte IPv6 solo si realmente se utiliza o se vaya a utilizar IPv6 en su red, de lo contrario es mejor no activarlo ya que hace uso de recursos de manera innecesaria.

Asignación de la configuración IPv4



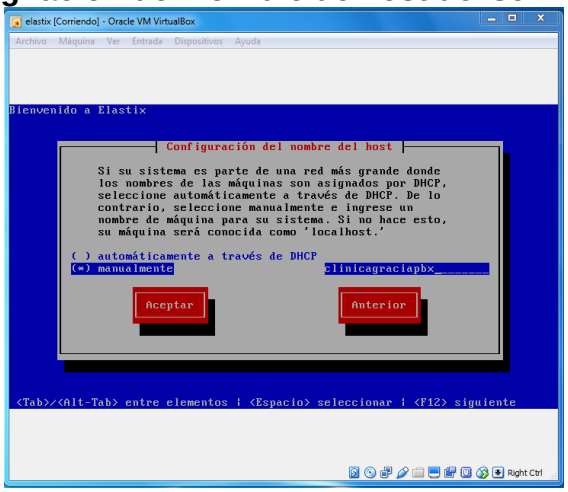
Se deberá seleccionar la manera que el servidor Elastix obtendrá su dirección IP, aunque aparezca la opción de obtenerla de manera dinámica (DHCP) no es recomendable ya que cada vez que arranquemos el sistema nos va asignar una dirección IP diferente. Se deberá seleccionar la manera Manual posterior colocar la dirección IP y la máscara de red.
Y se asigna la dirección IP que llevará el servicio, en este caso le asigna una que este dentro del rango de la dirección IP de la clínica.
Dirección IP: 192.168.1.240 **Mascara de red:** 255.255.255.0

Configuración de la puerta de enlace y DNS



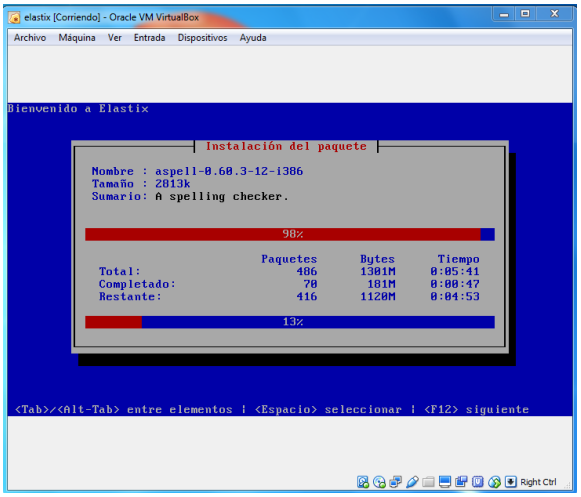
Se asigna la dirección IP del router en este caso y el DNS de la misma.

Asignación del nombre de host del servidor



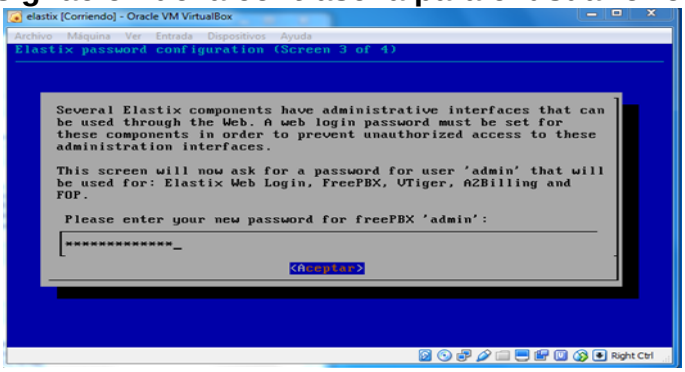
Asignar el nombre que tendrá el servidor en la red IP o nombre de Host. Se recomienda hacerlo de manera manual.
Aparecerá una pantalla donde se asigna la zona horaria, seleccionamos donde se encuentra el servidor.

Instalación de Elastix



Una vez instalado el servidor Elastix nos pedirán la contraseña para la base de datos y para el usuario root, en este caso colocamos la misma.

Asignación de la contraseña para el usuario root



ANEXO Nº 6

MODELO DE CUESTIONARIO PARA LA ENTREVISTA

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

CUESTIONARIO

Dirigido:
Al personal administrador de la clínica García

- ¿Cuál es el nombre de la compañía que provee el servicio de internet a la clínica y maternidad García?
  _____
  _____
- ¿Cuál es el ancho de banda que le brinda el ISP?
  _____
  _____
- ¿Los equipos activos de la red están configurados con QoS?
  _____
  _____
- ¿Existe documentación de configuración de la red?
  _____
  _____
- ¿Existen políticas interna que puedan afectar al proyecto?

  SI ☐ No ☐
- ¿Cuáles son los servicios tecnológicos que utiliza la clínica?
  _____
  _____
- ¿Cuáles son las limitaciones para ejecutar un nuevo diseño de red en la clínica?
  _____
  _____
- ¿Para usted la red actual cumple con las expectativas o requerimientos inicialmente solicitado?
  _____
  _____
- ¿En el proyecto, que requerimiento desea que cumplan?
  _____
  _____
- ¿Existe un plan para el desarrollo técnico personal?

  SI ☐ No ☐

ANEXO Nº 7

VISITA TÉCNICA A LA CLÍNICA

Sala de espera de la clínica

Realizando escaneo de red

Comprobando la recepción de la señal de la red

BIBLIOGRAFÍA

ARCOTEL. (18 de febrero de 2015). LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES. Quito. Título II Redes y Prestación de Servicios de Telecomunicaciones: https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf

Asterisk. (2015). *quarea*. Centralita telefónica IP: http://www.quarea.com/es/que-es-asterisk-centralita-telefonica-ip

Blanco, Antonio; Huidobro, José;. (2012). *Administración de Sistemas Informáticos. Redes de área local:* Madrid: Thomson - Paraninfo.

CISCO. (14 de 4 de 2008). *CISCO*. Calidad de servicio para Voz sobre IP: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/8/81/81646_tech_tk652_tk698_tech_white_paper09186a00800d6b73.pd

Designs, C. V. (2014). *Resumen de diseño.* Modelo jerárquico de 3 capas Estados Unidos: Cisco Systems.

Digium. (2017). *Asterisk*. Configuración de una central telefónica: http://www.asterisk.org/

Donovan, J. (02 de 07 de 2013). *Digi-Key electronics.* Is 5 GHz the Promised Land for Embedded Wireless Applications: http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2013/feb/is-5-ghz-the-promised-land-for-embedded-wireless-applications

EIA/TIA 568 B. (2010). *Norma de Cableado de telecomunicaciones.* Cableado estructurado: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9268/5/Cap%204.pdf

Flores Vivas, M. (2007). Sistema en Tiempo Real. *Análisis de los protocolos de tiempo real en Ethernet RTP, RTCP y RTSP.* Málaga: Universidad de Málaga.

FreeSWITCH. (2016). *FreeSWICTH*. Configuración de FreeSwicth: https://www.freeswitch.org/

Huidobro Moya, J. M. (2007). *Sistemas de telefonia.* Sistema VoIP: Madrid: Thomson S.A.

ieeestandards. (28 de enero de 2017). *Galeon.com*. Estandares IEEE 802.11: http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html

Landívar, E. (2009). *Comunicaciones Unificadas Elastix.* Instalación de Elastix. Guayaquil: Palosanto.

Millán, J. M. (2012). *Instalaciones de telecomunicaciones: Redes inalámbricas.* Madrid: Paraninfo.

Neil, R., & Seide, R. (2011). *Manual de Redes Inalámbircas.* Canales de trasmisión. Mc Graw-Hill.

Roberto, Vázquez Sánchez; Álvarez Paliza, Félix ;. (2015). *Calidad de Servicio para soportar Voz sobre IP en redes WiFi.* XVI convention of electrical engineering.

Rouse, M. (04 de 2008). *Techtarget.* Protocolo en tiempo real y de transporte: http://searchnetworking.techtarget.com/definition/Real-Time-Transport-Protocol

Systems, C. (2008). Cisco: *Calidad de servicio para Voz sobre IP.* http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/8/81/81646_tech_tk652_tk698_tech_white_paper09186a00800d6b73.html

Systems, C. (2008). *Cisco Unified Wireless IP Phone 7925G Administration Guide for Cisco Unified Communications Manager.* San José, USA: Americas Headquarters.

UIT-T. (2004). G.114 tiempo de trasmisión en un sentido. *Serie G: Sistemas y Medios de Trasmisión sistemas y redes digitales*: https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-I/es

Valdivia Miranda, C. (2014). *Sistemas informáticos y redes locales.* Tipos de redes de telecomunicaciones. Madrid: Paraninfo.

Zoiper. (2016). *Zoiper*. Configuración del softphone en los teléfonos celulares: https://www.zoiper.com/en/documentation/windows-installation-and-configuration