

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN  
ESPECIAL**

**TEMA:**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TELEFONÍA IP, CASO DE ESTUDIO  
UNIDAD EDUCATIVA “PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD””**

**SILVIA VERÓNICA CAIZA CRIOLLO**

Quito – 2016

## **AUTORÍA**

Yo, *Silvia Verónica Caiza Criollo*, portador de la cédula de ciudadanía No. 1715635551, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

---

*Silvia Verónica Caiza Criollo*

## Contenido

AUTORÍA.....	ii
Contenido .....	iii
<b>Índice de gráficos</b> .....	v
<b>Índice de tablas</b> .....	v
1. Introducción .....	6
2. Justificación.....	8
3. Antecedentes .....	12
4. Objetivos .....	14
4.1 Objetivo general:.....	14
4.2 Objetivos específicos: .....	14
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	15
5.1 Levantamiento de información de la red existente .....	15
<b>5.1.1 Modelo centralizado del Ministerio de Educación.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1.2 Diseño actual de la red de datos.....</b>	<b>15</b>
5.2 Análisis de tráfico de la red.....	24
<b>5.2.1 Ancho de banda necesario para la implementación VoIP.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2.1.1 Servicio de Internet .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2.1.2 Servicio de voz .....</b>	<b>26</b>
5.3 Análisis de los problemas que se presentan cuando se implementa VoIP .....	29
5.4 Estudio comparativo de las propuestas existentes para PBX de la Central Telefónica.....	33
<b>5.4.1 Distros para PBX existentes .....</b>	<b>33</b>
5.5 Propuesta de diseño de infraestructura de red con esquema de Calidad de Servicio para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” .....	44
6. Conclusiones .....	49
<b>6.1 Recomendaciones .....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>51</b>
Anexos .....	53
Anexo 1: Elastix iniciando .....	53
Anexo 2: PBX: Edit Extensión .....	54

Anexo 3: PBX: Add Sip Extensión.....	54
Anexo 4: Interfaz gráfico Sophone X-lite.....	55
Anexo 5: Configuración X-lite, cuenta de usuario.....	55
Anexo 6: Marcación extensión .....	56
Anexo 7: Llamada VoIP Extenciones: 543201 a 543203 .....	57
Anexo 8: Configuración IP estática .....	58
Anexo 9: Configuración IP estática .....	58
Anexo 10: Test velocidad de Descarga y velocidad de Subida .....	59
Anexo 11: Captura tráfico de tramas con Wireshark.....	60
Anexo 12: Router Cisco EA4500.....	61
Anexo 13: Elastix miniUCS G2.....	62
Anexo 14: SWITCH CISCO SMB SG100D-08.....	62
Anexo 15: Switch D-link Dgs-1024a 24.....	63
Anexo 16: Artículo Qos Elastix .....	63
Anexo 17: Pruebas Qos e VoIP- Elastix .....	64
Anexo 18: Cronograma .....	65

## Índice de gráficos

<b>Figura 1.</b> Modelo Centralizado Fuente: (Ortiz, 2015) .....	15
<b>Figura 2.</b> Diagrama de la Red de U.E "Patrimonio de la Humanidad" .....	17
<b>Figura 3.</b> Rango de direcciones IP Distritos e Instituciones Fuente: (Ortiz, 2015) ..	19
<b>Figura 4.</b> Cableado Backbone .....	23
<b>Figura 5.</b> Retardo de red.....	30
<b>Figura 6.</b> Pérdida de paquetes .....	30
<b>Figura 7.</b> Tráfico de red en puerto UDP.....	31
<b>Figura 8.</b> Estructura de red VoiP.....	47

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Número de equipos que se conectan a Internet.....	21
<b>Tabla 2.</b> Referencia de taza pico de conexión.....	25
<b>Tabla 3.</b> Número Concurrencias Telefonía .....	27
<b>Tabla 4.</b> Estudio comparativo .....	36
<b>Tabla 5.</b> Estudio comparativo .....	42
<b>Tabla 6.</b> Características equipos.....	45
<b>Tabla 7.</b> Rango IP para líneas telefónicas .....	46

## **1. Introducción**

IP es un protocolo de comunicación de internet que permite integrar voz y datos. La telefonía IP permite suministrar el servicio de telefonía. En el presente trabajo se pretende hacer un análisis general sobre los beneficios de usar esta tecnología en una institución educativa. También se trata de hacer el diseño para implementar un sistema telefonía IP que integre las comunicaciones de las diferentes dependencias de la institución.

La evolución de las comunicaciones en la última década y la virtualización de hardware han sido trascendental en el desarrollo de las telecomunicaciones. En la actualidad la transmisión de voz por internet es una solución de movilidad, flexibilidad y rentabilidad.

En el presente caso de estudio se propone implantar la comunicación entre los departamentos administrativos y áreas de docentes, bajo la plataforma VOIP, es decir la transmisión de voz sobre protocolo IP, a través de un sistema de comunicaciones basado en los siguientes componentes: pbx, sophones, centralita. El objetivo general de este estudio es implementar un sistema de Telefonía IP para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” con calidad de servicio en un ambiente Open Source que integre tráfico de voz y datos para la institución educativa.

Se analiza el contexto actual del sistema comunicaciones tradicionales, esto incluye la tecnología, dispositivos computacionales activos y directorio de la institución educativa.

Se establece los requerimientos de estudio y análisis para la implantación de la centralita bajo la plataforma VOIP, para transmisión de voz sobre el protocolo IP, mediante las derivaciones de resultados, partiendo de fórmulas y software específico, analizando cada regional, para este caso se establecerá un estudio técnico de la implantación, en el diseño de la estructura de la red de comunicación.

Además se analiza la calidad y confidencialidad de transmisión de Voz sobre IP, las dependencias de la institución con la infraestructura del sistema de comunicaciones, operando a sus relativas llamadas entrantes y salientes, por lo que se inspeccionaran los posibles modelos de operación de las áreas y departamentos, es decir la configuración de colas, tiempo de espera que serán registradas por Elastix.

Para este estudio y análisis se contará con el software virtual de simulación, el cual tendrá como función principal hallar la capacidad de la red para soportar la transmisión de datos, voz y video IP a través de la centralita.

## **2. Justificación**

En el Acuerdo 224-11 en el artículo de la Constitución de la República, en el numeral 2, establece que todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho al acceso universal a las Tecnologías de Información y Comunicación. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2011)

En la actualidad las formas de comunicación siguen evolucionando ajustándose a los requerimientos de usuarios que buscan eficiencia y eficacia en la transmisión de datos y además en la transmisión de voz sobre IP, es una innovación en la conectividad de telefonía en comparación con la telefonía convencional. Esta innovación tecnológica constituye la optimización de recursos económicos si se hace referencia a una llamada utilizando telefonía convencional que resulta más costosa de acuerdo a las características de la llamada en comparación con el uso de la telefonía VoIP, que utiliza la misma infraestructura de red para la transmisión de datos y voz sobre IP. Una llamada realizada entre teléfonos IP utiliza la misma conexión de Internet para transmitir simultáneamente diferentes flujos de información; se navega por la Web, se descarga archivos de un correo electrónico, se responde un mensaje por chat y se realizan llamadas de Voz sobre IP, la cual se divide en fragmentos y se envían intercaladamente, posteriormente en el destino se reensamblan para reproducir la llamada original.

La filosofía de Palo Santo y la Comunidad de software libre es la motivación por la que se emprende una idea para el estudio de factibilidad de la implantación de SISTEMA DE TELEFONÍA IP, CASO DE ESTUDIO UNIDAD EDUCATIVA “PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD ”, el cual pretende implementar un sistema de comunicaciones que aproveche el servicio contratado de datos por el usuario y la infraestructura ya existente mediante la implementación de una central de telefonía IP que conecte a los departamentos administrativos de una institución, mediante la asignación de extensiones asignados por la PBX , por tanto el Sistema de telefonía Ip gestiona y administra las cuentas de usuario utilizado la tecnología VoIP que gestiona el envío de flujos de información de voz a través del Protocolo IP. El flujo de información analógica se transforma en información digital que se transmite por la misma red de datos que fluye información de la red en la cual se envía un correo electrónico, se realiza un video conferencia o se navega por la internet.

Lo fundamental de este proyecto se constituye en el estudio de investigación tecnológico que se llevara a cabo y que culminara con la propuesta de un SISTEMA DE TELEFONÍA IP, CASO DE ESTUDIO UNIDAD EDUCATIVA “PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD ”, y así unificar la comunicación telefónica y de datos utilizando tecnología de vanguardia y software libre para la implantación de Sistema de Telefonía IP; la instalación de softphones en los ordenadores de los departamentos administrativos (10) áreas de docentes (7), laboratorios de informática (1), Tics (1) y de físico químico (1).

La Institución Educativa cuenta con el servicio de telefonía convencional que provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones el cual se encuentra instalado en una oficina de rectorado, vicerrectorado y secretaría de ahí la importancia de unificar las comunicaciones en una sola red con el uso de software libre e instalación de softphones en equipos y teléfonos móviles integrando, expandiendo y proporcionando movilidad en el sistema de comunicaciones entre diferentes departamentos, áreas y laboratorios a bajos costos de implementación. Esto se llevara a cabo debido a que en la actualidad el Nuevo Modelo de Gestión Educativa del Ministerio de Educación a nivel Nacional dispone de enlaces de Internet en 9 zonas educativas, 140 distritos y 18.000 instituciones Públicas, dotación de equipo tecnológico a docentes entre otros proyectos complementarios como telefonía IP y servicios de video conferencia. (Ortiz, 2015).

Además, como una institución del sector público y cumpliendo el Artículo 136 del Código INGENIOS: “El sector público y las instituciones del Sistema Nacional de Educación y del Sistema de Educación Superior en todos sus niveles de formación, deberán usar obligatoria y exclusivamente software libre y estándares abiertos”. (Ministerio de Industrias y Productividad, 2013)

Frente a la redefinición de la matriz productiva, es necesario centrarse “en el campo del ahorro en costos de licencias de programas no-libres” (Ministerio de Industrias y Productividad, 2013), debido a que el software es una industria

indispensable en el Ecuador como un causante de empleo para ecuatorianos el estudio de factibilidad para la implementación de un sistema IP es trascendental en la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad”, para la integración de las comunicaciones de las diferentes dependencias de la institución.

### **3. Antecedentes**

La Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” es una de las 757 instituciones educativas públicas que es parte del Modelo de Gestión Educativa del Ministerio de Educación a nivel Nacional dispone de “Enlaces de Internet en 9 zonas educativas, 140 direcciones distritales y 117 administraciones de circuito”. (Ortiz, 2015).

El MINEDUC ha puesto en marcha en este período lectivo 2015-2016 un sistema integral y virtual para que los docentes registren planificaciones, asistencias, calificaciones, creen tareas, utilicen servicios de chat y correo entre otros servicios de la plataforma Educar Ecuador, esto lo realizan desde una laptop que fue entregada a cada docente en el período lectivo 2014-2015. Los representantes y padres de familia pueden monitorear el proceso de aprendizaje-enseñanza de sus representados, verificar asistencias, calificaciones y comunicarse con los docentes a través del chat, correo y foros.

El Modelo de Gestión Educativa del Ministerio de Educación está basado una red MPLS y su topología de muchos a muchos (any-to-any) ofrece a los administradores la flexibilidad para desviar tráfico sobre la marcha en caso de fallo de enlaces y congestión de la red. (Ortiz, 2015) Además la ingeniería de tráfico de precisión e inteligencia del encaminamiento basado en MPLS permite empaquetar más datos en el ancho de banda disponible y reducir los requerimientos de procesamiento a nivel de router (Ortiz, 2015) y de esta manera integrar datos, voz y video en una misma plataforma con garantías de

calidad de servicio (QoS). Para el servicio de voz el cálculo de la capacidad requerida en el enlace de datos se dimensiona con el estándar G.711 normalizado por la UIT-T, (Ortiz, 2015) un ancho de banda de 64kbps, para headers 32kbps, que resulta en 96 kbps.

En la investigación de “Diseño de una Red de Voz sobre Ip para el Hospital Provincial General “Isidro Ayora Loja” (Cueva, 2010) , con calidad de servicios en un Ambiente Open Source”, propone el diseño de una red VoIP que aproveche e incremente la infraestructura de red de datos que existe en el hospital para la comunicación de voz para usuarios internos y externos. Para ello realizara las configuraciones e instalaciones en los equipos de la red y utilizara el Servidor de Comunicaciones Unificadas Elastix. Para garantizar el correcto funcionamiento de la red VoIP se realizará un plan de marcación, un plan de direccionamiento Ip y Vlans.

Anteriormente las redes IP fueron diseñadas para datos y muchas de las ventajas para datos resultan desventajas para redes VoIP con baja calidad de voz, sin embargo la aparición de nuevos estándares, mejora y costos reducidos de la tecnología de comprensión de voz ha culminado con implementaciones en instituciones públicas y privadas, además si se suma la implementación de una central telefónica basado en Open Source resulta eficaz, eficiente y a costos económicos reducidos la comunicación integrando voz y datos en la misma infraestructura.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general:**

Implementar un sistema de Telefonía IP para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” con calidad de servicio en un ambiente Open Source que integre tráfico de voz y datos para la institución educativa.

### **4.2 Objetivos específicos:**

Realizar el levantamiento de información sobre la infraestructura de la red existente que permita la comunicación VoIP.

Analizar el tráfico de la red, de modo que se establezca el ancho de banda necesario para la implantación de VoIP.

Analizar los problemas que se presentan cuando se implementa VoIP con estimación de concurrencia para llamadas simultáneas.

Realizar un estudio comparativo de las propuestas existentes para PBX de la Central Telefónica.

Elaborar un análisis económico acerca de la implementación del Sistema de telefonía IP para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad”.

Elaborar una propuesta de diseño de infraestructura de red con esquema de Calidad de Servicio para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad”

## 5. Desarrollo Caso de Estudio

### 5.1 Levantamiento de información de la red existente

#### 5.1.1 Modelo centralizado del Ministerio de Educación

“En este modelo centralizado la conectividad es directa hasta el Data Center Virtual del Ministerio de Educación sin concentración intermedia ni provisión de troncales adicionales que garanticen ancho de banda a sus dependencias.”. (Ortiz, 2015)

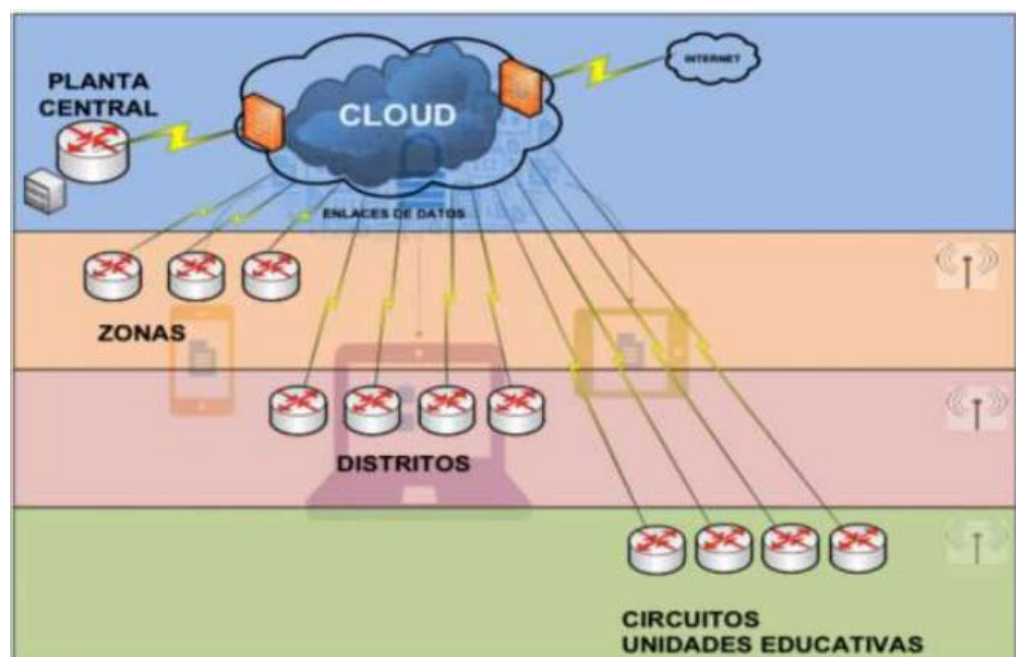


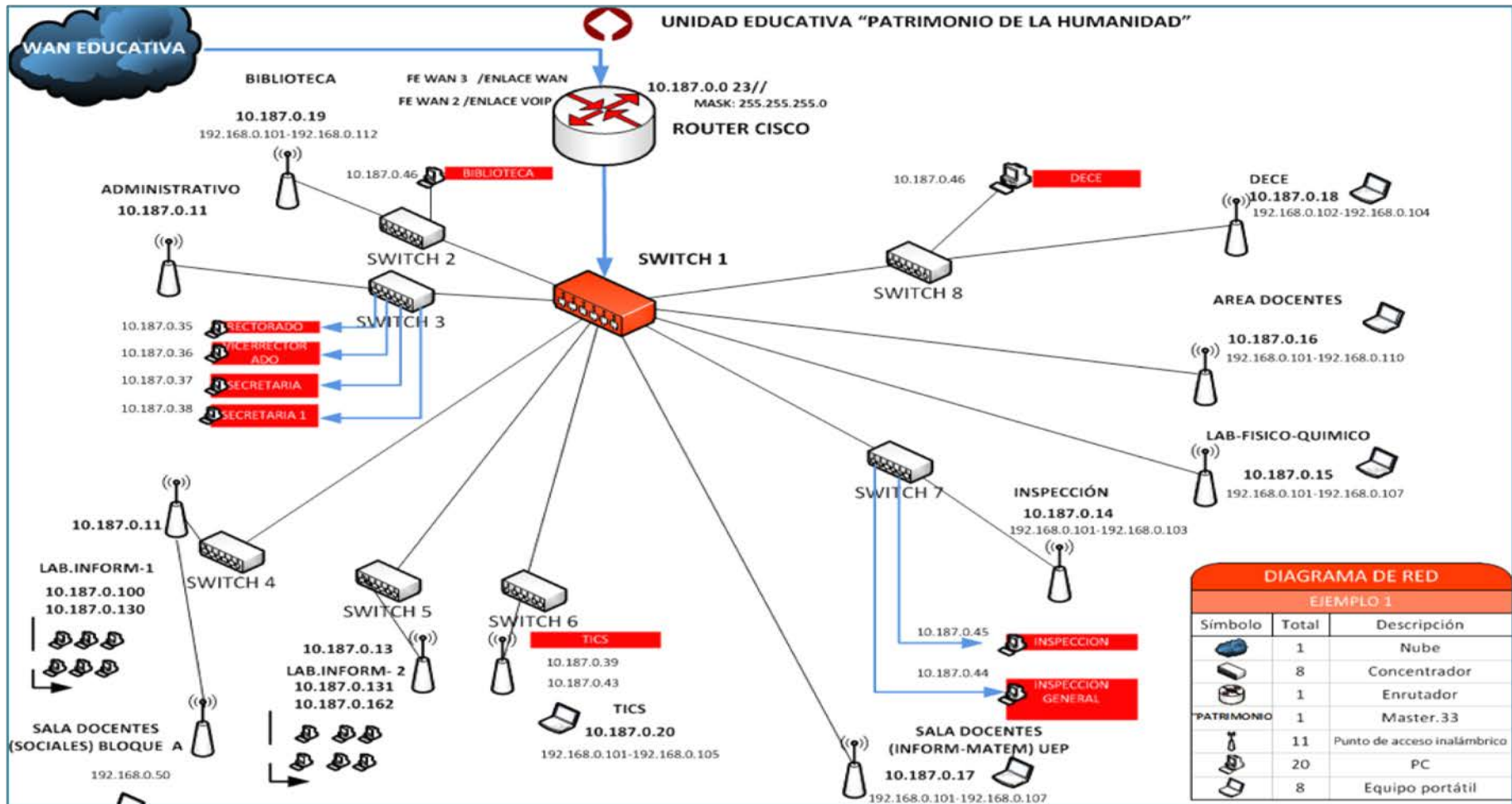
Figura 1. Modelo Centralizado Fuente: (Ortiz, 2015)

#### 5.1.2 Diseño actual de la red de datos

La estructura de la red de datos de la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” contiene enlaces directos desde los departamentos administrativos, laboratorios de informática, química-física y salas de profesores hacia un switch

LG de 24 puertos el que está conectado a un router Cisco Cnt, y este mantiene una conectividad directa con el Data Center Virtual del Ministerio de Educación. La red de comunicación para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” consta de un router CISCO Cnt 88, el equipo central es un swich LG de capa dos que están ubicados en el laboratorio de Físico- Químico, siete switchs Tp-link de ocho puertos, adicionalmente once routers tp link y un acces point. La topología de red descrita es de tipo estrella.

Figura 2. Diagrama de la Red de U.E "Patrimonio de la Humanidad"



La WAN Educativa es un proyecto implementado por el Ministerio de Educación para proveer de servicio de Internet a los planteles educativos; administrativos y docentes se conectan a la red para acceder a la plataforma de Educar Ecuador. Las tareas educativas como asistencias y notas se registran en la plataforma de EducarEcuador,

La topología de la Fig. 2 es de tipo estrella extendida, el nodo central es un switch LG capa dos de 24 conectores RJ45 al cual se conecta 8 switches en los diferentes áreas y departamentos administrativos, el diseño de la red se ha estructurado de acuerdo a las necesidades de la comunidad educativa y a la infraestructura de la institución. A los switches de los departamentos administrativos se conectan routers inalámbricos que proveen de internet a dispositivos móviles tales como celulares y laptops. Además los ordenadores se encuentran cableados configuradas con IP estática de clase B. Las áreas de los docentes están conectadas a un switch y este a su vez a router inalámbrico para la conectividad de laptops y celulares. La asignación de IP estáticas se las realizara de acuerdo al rango de la estructura de red entregada por Mineduc en la Fig. 3.

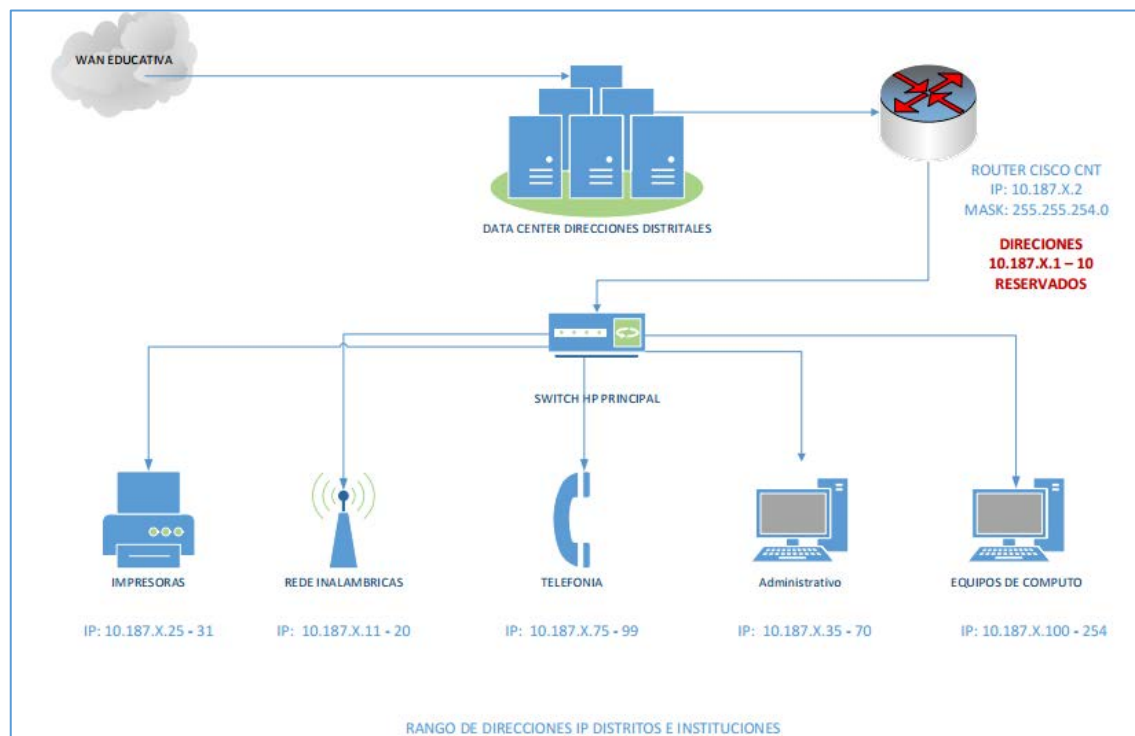


Figura 3. Rango de direcciones IP Distritos e Instituciones Fuente: (Ortiz, 2015)

### 5.1.3. Infraestructura de la red existente que permita la comunicación VoIP

En el esquema del Modelo Centralizado elaborado por Iván Ortiz G. para el despliegue de Servicios Tecnológicos desde el Data Center Virtual a todas las localidades del Ministerio de Educación, Wan Educativa establece diferentes escenarios para el proyecto de Comunidad en Línea, en el Escenario A  $\geq 1000$  -  $< 2000$  estudiantes, es decir; un número mayor de 1000 estudiantes, la capacidad requerida para prestar el servicio de Internet y comunicaciones Unificadas.

Para la capacidad requerida para el enlace de datos para el servicio de Internet se considerará el número de equipos que se conecte a la red y se calculará en base al tráfico que circula por la misma. En la Institución Educativa la estructura de

red de telefonía tradicional que utiliza no se integra con la red de datos, dando como resultado un mantenimiento del servicio por separado, el personal de soporte técnico es diferente a nivel de la gestión de la estructura cableado, teléfonos y de la estructura de redes de comunicación informática.

En la actualidad la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” está distribuida en departamentos administrativos (10) áreas de docentes (7), laboratorios de informática (2), Tics (1) y laboratorio de físico químico (1), que cuentan con el servicio de internet. Tabla 1.

Los departamentos administrativos disponen de ordenadores personales fijos para Rectorado, Vicerrectorado, secretaria, secretaria 2, biblioteca, Psicología, Inspección General en las jornadas: matutina y vespertina, mientras los departamentos administrativos DECE y trabajo Social cuentan con laptops. En las áreas de docentes tan solo la UEP cuenta con un ordenador personal fijo y las demás áreas disponen de laptops, los laboratorios de informática cuentan con un servidor fijo, Tics dispone de una laptop., el laboratorio de físico-químico cuenta con una laptop.. Las dependencias que disponen de laptops son las entregadas a docentes y personal administrativo por el MINEDUC. El acceso a Wirelles se contabiliza entre laptops de docentes, Smartphone y tablets.

ÁREAS	ESPACIOS	CAPACIDAD POR ESPACIOS	TOTAL MÁQUINAS (Ordenadores personales- Laptops)
<b>Laboratorios de Informática</b>	2	30	60
<b>Servidor de Laboratorios de Informática</b>	1	1	1
<b>TIC's</b>	1	1	1
<b>Laboratorio Físico- Químico</b>	1	1	1
<b>Departamento administrativo</b> (Rectorado, Vicerrectorado, secretaria 1, secretaria 2, )	4	1	4
<b>Departamento administrativo</b> Biblioteca	1	1	1
<b>Departamento administrativo</b> Psicología, DECE, Trabajo Social	3	1	3
<b>Departamento administrativo</b> Inspección General matutina y vespertina	2	1	2
<b>Área docentes</b> UEP, Lengua extranjera, Sociales, Turismo, Matemáticas, Educación Física y Química	7	1	7
<b>TOTAL</b>	19		80
<b>ACCESO A WIRELESS</b>			70
<b>TOTAL</b>			150

Tabla 1. Número de equipos que se conectan a Internet

### **5.1.3.1 Topología**

La topología física en Capa 1 de la red de datos existente en la Institución Educativa es de tipo estrella extendida. La topología lógica Ethernet es de 10Base ancho de banda 10mbps, tipo de cable par trenzado UTP Cat5, half dúplex. En la Tabla 1 se describen un total de 80 ordenadores y para acceso de wireless 70 equipos que suman una totalidad de 150 accesos.

En Capa 2 se cuenta con un switch LG de 24 puertos el que está conectado a router Cisco Cnt, siete switches Tp-link de ocho puertos, adicionalmente once routers tp link y un acces point.

En Capa 3 consta de un router CISCO Cnt 88, el cual puede ser segmentado para la apertura de un puerto de Telefonía IP con la asignación de 2000 kbps.

### **Subsistemas del cableado estructurado**

#### **Cuarto de telecomunicaciones**

En la institución existe un rack que está ubicado en el laboratorio uno de informática, anteriormente allí se encontraban los equipos que brindaban los servicio de telecomunicaciones, sin embargo, el año anterior que se implementó el servicio de Internet por fibra óptica se instaló el router CISCO CNT en el laboratorio de físico químico en donde se encuentra actualmente y de donde se extiende la red de comunicaciones.

El router CISCO CNT está conectado a un switch LG de 24 puertos RJ45 al cual se conectan los puntos de red.

Se cuenta además con un ROUTER INALÁMBRICO SMART WI-FI DE DOBLE BANDA N900 LINKSYS EA4500.

### Área de trabajo

Los equipos de los usuarios están conectados a los puertos RJ45 de Switch LG. Debido a que los ordenadores se encuentran ubicados en diferentes bloques de diferentes pisos, para cada departamento o áreas se ha conectado con switch, routers (Tplink-D-link) y acces point para cada departamento u oficinas.

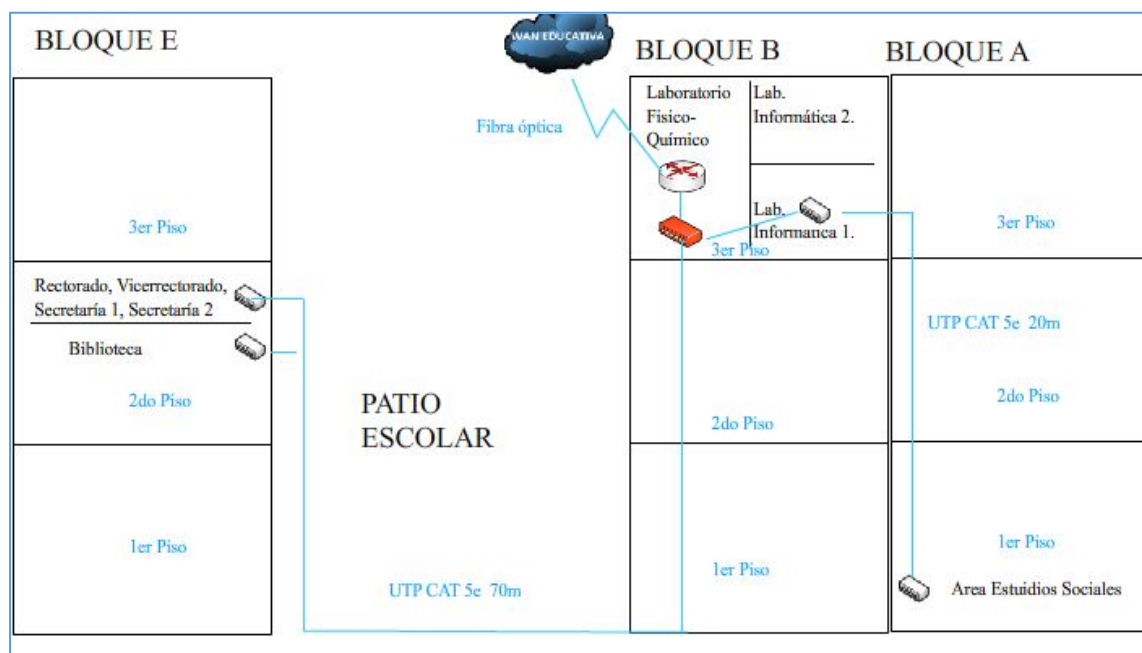


Figura 4 Cableado Backbone

La Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” está organizada por bloques. En el bloque B en el tercer piso se encuentran los laboratorios de Informática uno y dos y el laboratorio de Físico-Químico, en el cual está instalado el CISCO CNT que conecta a un switch LG de 24 puertos, a este se conecta a través de cable UTPCAT5e a switches por cada departamento de DECE, consejería estudiantil, área de turismo, Ti’cs, los laboratorios de informática uno y dos. UEP (Unidad Educativa de Producción) ubicados en el mismo piso. El área de sociales, matemáticas y educación física ubicados en el primer piso también se conectan a switch LG mediante un cable par trenzado UTPCAT5e de 20m.

Del Bloque B al bloque E cruza un cable de 70m UPTCAT5e a un switch que conecta a un router al segundo piso donde se encuentra los departamentos administrativos de rectorado, vicerrectorado secretaria, biblioteca. Y el área de lengua extranjera y lengua y literatura.

## **5.2 Análisis de tráfico de la red**

### **5.2.1 Ancho de banda necesario para la implementación VoIP**

#### **5.2.1.1 Servicio de Internet**

En la jornada matutina laboran alrededor de 30 docentes se conectan a Internet de forma simultánea 10 docentes. Si los planes de servicio de internet que oferta CNT son desde 10mbps con una compartición de 8:1 que es el nivel de compartición estándar en el Ecuador. La tasa pico de conexión sin restricción

asegurada para usuarios por los proveedores de servicios (ISP) es de alrededor 50 kbps.

CAPACIDAD ANCHO DE BANDA MBPS	10
COMPARTICIÓN	8:1
DISTRIBUCIÓN EQUIPOS	20
TAZA PICO DE CONEXIÓN KBPS	50

*Tabla 2.Referencia de taza pico de conexión.*

De acuerdo a la tabla 5.1.3.1 se ha considerado 150 conexiones. Entonces si el enlace de datos es de una capacidad 10mbps del servicio contratado para el servicio de internet, se tiene que:

$$AB / Nro. De Conexiones = Vtx$$

Donde:

$$AB = Ancho de Banda$$

Entonces:

$$10240kbps/150=Vtx$$

$$68.2666kbps=Vtx$$

Los usuarios disponen de 68 Kbps para el enlace.

Si los accesos son controlados a contenidos específicos y los enlaces no son simultáneos entonces se estima el Ancho de Banda de:

$$AB= Vtx \times Nro. De Conexiones$$

Donde:

$$Vtx = Velocidad de Transmisión$$

Entonces:

$$AB = 68kbps \times 100$$

$$AB = 6800kbps$$

### 5.2.1.2 Servicio de voz

En la WAN EDUCATIVA se realizó el cálculo requerido en el enlace de datos para el servicio de voz en las instituciones educativas con el estándar de codificación de voz G.711, normalizado por la UIT-T, el cual especifica un ancho de banda códec de 64 kbps, para los headers se requiere de 32 kbps por lo que se estima 96 kbps.

En la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” se estima que las siguientes áreas contarán con el servicio de Telefonía IP. Tabla 2

ÁREAS	LÍNEAS TELEFÓNICAS
<b>Laboratorios de Informática</b>	1
<b>TIC's</b>	1
<b>Laboratorio Físico- Químico</b>	1
<b>Departamento administrativo</b> (Rectorado, Vicerrectorado, secretaria 1, secretaria 2, )	4
<b>Departamento administrativo</b> Biblioteca	1
<b>Departamento administrativo</b> Psicología, DECE, Trabajo Social	3

<b>Departamento administrativo</b> Inspección General matutina y vespertina	2
<b>Área docentes</b> UEP, Lengua extranjera, Sociales, Turismo, Matemáticas, Educación Física y Química	7
<b>TOTAL</b>	20

*Tabla 3. Número Concurrencias Telefonía*

En la concurrencia de servicio de telefonía IP se estimó un 25%, si cinco usuarios realizan llamadas de forma simultánea.

$$AB = ABG7.11 \text{ Nro. De Conexiones}$$

Donde:

$$ABG7.11 = \text{Ancho de Banda Códec Telefonía}$$

Entonces:

$$AB = 96\text{kbps} \times 5$$

$$AB = 480\text{kbps}$$

El Ancho de Banda necesario para mantener cinco llamadas de manera simultánea es de 480 kbps.

El cálculo del Ancho de Banda del enlace de datos es la sumatoria de la capacidad requerida para el servicio de telefonía IP.

$$AB = ABVOZ + ABINTERNET$$

$$AB = 480\text{kbps} + 5100\text{kbps}$$

$$AB = 5580 \text{ kbps}$$

De acuerdo al cálculo el enlace de datos requiere de un Ancho de Banda 5100kbps para el servicio de voz y datos. En la actualidad el Ancho de Banda del enlace de datos contratado es de 10Mbps.

La definición de anchos de banda contempla la provisión de canales de internet y datos además dimensiona la capacidad para el despliegue del servicio de comunicaciones unificadas en todas las Instituciones Educativas con más de 1000 estudiantes, a fin de estandarizar el ancho de banda se provisionan 10 MB a todos los canales de la Red Educativa (Ortiz, 2015). Además, para el servicio de Telefonía IP se pretende la apertura del puerto eth2 destinado para la transmisión de Voz sobre IP con una capacidad de 2mbps exclusivos para el servicio.

Las características actuales de la red de datos de la Institución Educativa equipos en capa 2 y capa 3 pueden soportar la implementación de un Sistema de Telefonía VoIP básico, la calidad de servicio para la voz sobre IP es posible configurarlo en un ROUTER INALÁMBRICO SMART WI-FI DE DOBLE BANDA N900 LINKSYS EA4500.

Gracias a la tecnología de priorización de tráfico QoS su router suministra su tráfico de Internet que más requiere de una respuesta rápida de manera eficiente en todas las bandas para que pueda disfrutar de descargas rápidas y una total fluidez en video, transmisión por secuencias de música, juego y servicios VoIP.

Además, el servidor de medios DLNA certificado© permite la transmisión por secuencias de medios a su TV, Xbox 360, PS3 u cualquier otro dispositivo compatible. (Linksys, 2016)

### **5.3 Análisis de los problemas que se presentan cuando se implementa VoIP**

Los problemas más importantes que se debe analizar cuando se implementa VoIP son aquellos que perjudica la calidad de voz, lo más comunes a continuación:

Eco, esto se lleva a cabo debido a lo difícil que resulta separar las señales de ida y vuelta de manera eficaz, “para mejorar el eco se puede ejecutar de manual desde una línea de comando de Asterix el comando `fxotue -i-5.`” (Landivar, 2011)

Retardo de voz, es la demora que experimenta la voz a su destino, el retardo es menor a un segundo y si es menor a 200ms pasa desapercibido.

Distorsión de voz, la voz robotizada esto sucede cuando se utiliza un codec para optimizar el Ancho de banda, causando pérdida de información y provocando distorsión, es recomendable cambiar de códec. (Landivar, 2011)

Comunicación entrecortada, sucede cuando hay pérdida de paquetes, la principal causa latencia elevada, AB limitado, jitter elevado, la causa se debe buscar en la red y en el servidor. Si la latencia máxima de la red es de 150ms, el canal no se encuentra saturado.

#### **Parámetros relacionados con la calidad de voz en redes de paquetes**

**Retardo de red**, una forma de calcular el retardo de la red es utilizando el comando ping.

```

Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.187.0.36: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 10.187.0.36:
  Paquetes: enviados = 264, recibidos = 264, perdidos = 0
  (0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

```

Figura 5. Retardo de red

Se ha enviado 264 paquetes de ida y vuelta, se tiene 264 paquetes recibidos y 0 paquetes perdidos, el retardo mínimo es 0ms, máximo de 1ms y media 0ms. Fig.5.

**Pérdida de paquetes**, la pérdida de menos del 1% puede afectar una conversación de voz sobre IP, esto es aún mayor cuando se utiliza codecs de gran compresión. (Landivar, 2011)

```

Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=83ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=83ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=89ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=86ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=83ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=83ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=84ms TTL=42
Respuesta desde 216.58.192.68: bytes=32 tiempo=85ms TTL=42

Estadísticas de ping para 216.58.192.68:
  Paquetes: enviados = 20, recibidos = 20, perdidos = 0
  (0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 83ms, Máximo = 89ms, Media = 84ms

```

Figura 6. Pérdida de paquetes

En respuesta al ping realizado no hay pérdida de paquetes en el número de saltos que ha dado el paquete de host en host por internet hasta alcanzar su destino. Sin embargo el comando ping no envía paquetes de voz sino tráfico ICMP.Fig.6.

**Jitter**, se define como variabilidad del retardo de red y normalmente está en el orden de los milisegundos. Fig.7.Si el jitter es elevado es probable que se descarten paquetes y se escuche una conversación entrecortada. Un jitter buffer es un registro donde almacena temporalmente paquetes de voz y se lo puede configurar a nivel de protocolo IAX y SIP. (Landivar, 2011)

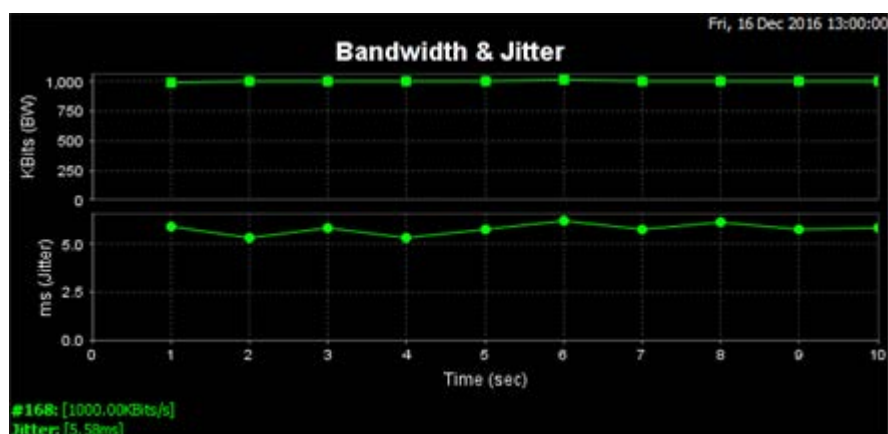


Figura 7.Tráfico de red en puerto UDP

```
bin/iperf.exe -s -u -P 0 -i 1 -p 5001 -f k
```

-----

Server listening on UDP port 5001

Receiving 1470 byte datagrams

UDP buffer size: 64.0 KByte (default)

-----

OpenSCManager failed - Acceso denegado. (0x5)

[168] local 10.187.0.37 port 5001 connected with 10.187.0.36 port 60276

[ ID]	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total	Datagrams
-------	----------	----------	-----------	--------	------------	-----------

[168]	0.0- 1.0 sec	121 KBytes	988 Kbits/sec	5.886 ms	0/	84 (0%)
-------	--------------	------------	---------------	----------	----	---------

[168]	1.0- 2.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.353 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	2.0- 3.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.816 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	3.0- 4.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.344 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	4.0- 5.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.743 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	5.0- 6.0 sec	123 KBytes	1011 Kbits/sec	6.228 ms	0/	86 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	6.0- 7.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.726 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	7.0- 8.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	6.147 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	8.0- 9.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.756 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	9.0-10.0 sec	122 KBytes	1000 Kbits/sec	5.846 ms	0/	85 (0%)
-------	--------------	------------	----------------	----------	----	---------

[168]	0.0-10.0 sec	1223 KBytes	1000 Kbits/sec	5.576 ms	0/	852(0%)
-------	--------------	-------------	----------------	----------	----	---------

El server escucha en el protocolo UDP en el puerto 5001, recibe 1470 bytes.

El intervalo de tiempo de captura de tráfico es de 0.0 a 10.0 segundos en la figura

24 el ancho de banda 1000 Kbits/sec la transferencia 0.0-10.0 sec 1223 KBytes

el Jitter es de 5.58ms/sec.

Las llamadas telefónicas VoIP son sensibles a cualquier retardo o desorden de

llegada de los paquetes RTP (los que transportan los datos de audio), el retraso

máximo aceptable se sitúa en torno a los 100 ms. Estos retardos hacen que el

códec descarte paquetes y se produzca una caída en la calidad del audio de la

conversación en un efecto denominado jitter el cual es de 5.58ms/sec.

Un problema en la red de datos (en el caso de ser compartida con la de voz) puede tener un efecto directo en el jitter de las conversaciones de voz simultáneo, en este caso se puede dar apertura a una red independiente de VoIP.

## 5.4 Estudio comparativo de las propuestas existentes para PBX de la Central

### Telefónica

#### 5.4.1 Distros para PBX existentes

Las distribuciones más importantes en telefonía IP:

- Asterix
- Elastix
- Trixbox

	<b>Asterisk</b>	<b>Elastix</b>	<b>Trixbox(Fonality)</b>
<b>Requerimientos mínimos de hardware</b>	Memoria de 1 Ghz, Procesador Intel 2140 de 1.60Ghz, Disco Duro de 160Ghz, Red: 1Gbps Ethernet	Cualquier Pentium, 512 de memoria RAM, disco duro de 40 GB y cualquier tarjeta de Red Ethernet	Intel Celeron D 2.4 Ghz CPU, 512 MB RAM, 80 GB EIDE HD, LAN Ethernet
<b>Requerimientos sugeridos de hardware</b>	Procesador a 1.5 GHz (Pentium 4), 256 MB en RAM, 10 GB en disco duro, LAN Ethernet	1.86 GHz Dual Core, 4 GB DDR3, 500 GB – 2.5”, 2 x Gigabit Ethernet 2 en panel posterior	Intel Pentium 4 3.0 Ghz CPU, (512KB L2 Cache ), 1 GB RAM 2, 80 GB SATA for s/w based RAID-1 Dual, LAN PBXtra
<b>Licencias</b>	GPLv2	GPLv2	GPL
<b>Servicios</b>			
<b>Aplicaciones</b>	IP PBXs	Correo de Voz	Contestador Automático (IVR)

VoIP gateways	Fax-a-Email	Integración con Outlook
call center ACDs	Soporte para softphones	Buzón de voz
IVR systems	Interfase de configuración Web	Mensajes de voz a email
	Sala de conferencias virtuales	Scheduler
	Grabación de llamadas	Teléfonos analógicos e IP
	Least Cost Routing	VoIP
	Roaming de Extensiones	Panel de control web
	Interconexión entre PBXs	Reportes y monitorización
	Integración con servicios externos (CRM, Bases de Datos, etc.)	Puentes para conferencias
	Reportación avanzada	Soporte de sucursales

		Market Place con desarrollos adicionales	trixbox dashboard
		Servidor de mensajería instantánea basado en OpenFire	Entre otros
		Calendario integrado con PBX con soporte para recordatorios de voz	
		Entre otros	
<b>Protocolos</b>	SIP	SIP	IAX™ (Inter-Asterisk Exchange)
	H.323	IAX	IAX2™ (Inter-Asterisk Exchange V2)
	IAX	H323	H.323
	MGCP	MGCP	SIP (Session Initiation Protocol)
	RFC 5456	SKINNY	MGCP (Media Gateway Control Protocol)
			SCCP (Cisco® Skinny®)
			Traditional Telephony Interoperability
			FXS
			FXO
			DTMF support
		PRI Protocols	
<b>Sistema Operativo</b>	Multiplataforma	CentOS	CentOS
<b>Cantidad de desargas</b>	2,000,000+	3,500,000+	780,000+

<b>Ultima Version estable</b>	14.2.0	4.0	14.0.5
<b>Version Free(Gratis)</b>	Asterisk Estándar 13 LTS	Elastix 2.5.0 Elastix MT	Standard Edition (SE)
<b>Version PRO(Pagada)</b>	Add-On	Elastix Adons	Enterprise Edition(EE) Call Center Edition (CCE)
<b>Idiomas</b>	107 idiomas y dialectos	22 idiomas	Inglés, Francés, Español, Alemán, Italiano y Portugués
<b>Códecs</b>	G.711 US	ADPCM	ADPCM
	G,711 Europe	G.711 (A-Law & $\mu$ -Law)	G.711 (A-Law & $\mu$ -Law)
	G.722	G.722	G.722
	G.723.1	G.723.1 (pass through)	G.723.1 (pass through)
	G.726	G.726	G.726
	G.729	G.728	G.729 (through purchase of a commercial license)
	GSM	G.729	GSM
	iLBC	GSM	Ilbc
	Speex	iLBC (opcional) entre otros	
	H.261		
	H.263		
	H.263 + VIDEO		
	H.264		
	ADPCM		
<b>Web</b>	<a href="http://www.elastix.com/">http://www.elastix.com/</a>	<a href="http://www.elastix.org/">http://www.elastix.org/</a>	<a href="http://www.fonality.com/">http://www.fonality.com/</a>

Tabla 4. Estudio comparativo

## **Asterisk**

Este software, por sí solo, no es una herramienta *plug-and-play* que posea la capacidad de hacer llamadas, sino que es necesario atravesar por numerosos pasos (descarga, compilación, instalación y configuración) para que pueda realizar labores útiles. Sin embargo, es un elemento base: una plataforma para crear cosas más grandes, para que se pueda construir un sin fin de aplicaciones basadas no solamente en voz, sino en la unión con datos y/o cualquier otro sistema de cómputo que se necesite que interactúe con un teléfono. Asterisk puede instalarse en cualquier distribución de Linux, por lo que podemos usar Debian, Ubuntu, Mint, CentOS, RedHat, OpenSuse, etc. También se puede instalar en FreeBSD, MacOS y hay algunos ports para Windows, pero solo es en Linux en donde se tiene el soporte completo para su ejecución. Esto quiere decir que se puede tomar prácticamente cualquier PC que se pueda usar Asterisk para convertir en un servidor de comunicaciones totalmente gratuito y open source. (Cabrera, 2016)

### **Ventajas:**

- Total control y poder actualizar en cualquier momento.
- Al compilar, el conmutador se ajustará a la arquitectura de cualquier PC.
- Puedes elegir que módulos quieres compilar y cuáles no.
- Sin limitantes impuestas por interfaces gráficas.

### **Desventajas:**

- Mayor parte del proceso de instalación por consola.
- Programar por línea de comandos puede no ser tan natural para algunas personas.
- Toma un mayor tiempo de implementación.
- Puedes caer en muchos escenarios diferentes y enfrentarte con muchos problemas por resolver. (Cabrera, 2016)

### **Elastix**

Elastix se convirtió en una suite de comunicaciones que integra varios productos en uno, ya que en un solo ISO (cd virtual) es posible instalar en un solo paso no solamente Asterisk, sino una interfaz web de configuración como FreePBX, un sistema de base de datos (MySQL), un sistema de mensajería instantánea (OpenFire), soporte para fax (Hylafax) y un CRM (vtiger) entre otras aplicaciones más que incluye. (Cabrera, 2016) Hoy en día Elastix es la distribución basada en Asterisk que más seguidores tiene. Al igual que Asterisk, Elastix es un proyecto open source, con lo que es libre y gratuito, sin embargo la asistencia técnica y algunas aplicaciones Adons (desarrolladas por terceros) son las que tienes un costo para su uso. Elastix no es un reemplazo de Asterisk, sino que es un conjunto de herramientas que unidas, nos permiten hacer de manera más sencilla las labores más comunes que haríamos utilizando un sistema desde línea de comandos. (Cabrera, 2016)

### **Ventajas:**

- Sistema todo en uno.
- Soporte incluido para señalizaciones de América Latina (R2 MFC).
- Amplia comunidad de apoyo.
- Existen algunos addons desarrollados por la comunidad que te permiten hacer crecer las funcionalidades de Elastix.

### **Desventajas:**

- Instala muchos componentes por default, los quieras usar o no.
- Su interfaz gráfica es muy lenta y pesada (comparada con FreePBX puro)
- Algunos componentes no han sido actualizados en mucho tiempo por romper la arquitectura propia de Elastix (ej. FreePBX 2.8, Vtiger 5.2.1)
- Al tener muchos componentes “extras”, también ha sido víctima de errores de seguridad de los mismos. (Cabrera, 2016)

### **Trixbox**

Fue la primera distribución todo en uno que hacía uso de FreePBX + MySQL + PHP + CentOS + Asterisk para levantar un conmutador IP de manera rápida. En el 2006 cambia su nombre a Trixbox y se separa en las versiones CE (Community Edition) y Pro, que es el servicio de paga proporcionado por Fonality (la empresa que compró su desarrollo). Trixbox es más usada en el mercado norteamericano al estar creada originalmente en inglés y tener su base de operaciones en EUA. Sin embargo, al utilizar la misma interfaz de FreePBX,

las funcionalidades que ofrece esta plataforma son casi las mismas que el resto de las distribuciones que se basan en ella. Trixbox hace uso de un *fork* muy viejo de FreePBX, por lo que muchas de sus funcionalidades están atrasadas, comparadas con el resto de las distribuciones. (Cabrera, 2016)

### **Ventajas:**

- Mucho tiempo en el mercado.
- La versión Pro te permite administrar tu PBX desde la nube.

### **Desventajas:**

- Sus componentes son muy viejos.
- Sin soporte para el mercado de América Latina.
- Poco desarrollo a la plataforma. (Cabrera, 2016)

### **Conclusión**

El distro seleccionado por sus características y soporte para la implementación del Sistema de telefonía VoIP es Elastix por su plataforma web Open Source, interfaz gráfica de fácil manejo, potencialidad de desarrollo y mejoras a futuro. Elastix está basado es Asterisk un software de central telefónica (PBX) que se distribuye bajo licencia libre, las características que soportan se enlistan a continuación: Contestación automática de llamadas, transferencia de llamadas, contestación de llamadas desde extensión remota, monitoreo y grabación de llamadas, voicemail, conferencias de llamadas, reportación de llamadas, identificador de llamadas, colas de atención, envío y recepción de llamadas.

Elastix unifica en su funcionalidad cuatro programas de software como son Asterix, Hylafax, Postfix y OpenFire, estos software ofrecen funciones de PBX, Fax, Email, y Mensajería instantánea. El sistema operativo se basa en la distribución de Linux, Centos. (Landivar, 2011)

Elastix añade constantemente nuevas aplicaciones, a continuación las más relevantes:

Además de las características de Asterix, Voicemail vía Web, grabación de llamadas, IVR completo y altamente flexible, parqueo de llamadas, colas de atención, soporte de voz, identificación de llamadas, horarios de atención, provisión automática de teléfonos vía Web, creación de lotes de extensión, soporte para video vía H.263 y H.264, detección automática de hardware de telefonía, servidor DHCP embebido, reporte de llamadas, reporte de uso de canales por tecnología (SIP, ZAP, IAX, Local, H323), soporta protocolos SIP, IAX, H323, MGCP, Ilbc, entre otros, soporta códecs ADPCM, G.711 (A-Law & u-Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729, GSM, Ilbc, entre otros. En conclusión Elastix es una distribución de Software libre, robusta debido a que se implementa sobre cuatro software como son Asterix, Hylafax, Postfix y OpenFire, lo que hace de Elastix una opción completa al seleccionar una Comunicación Unificada para telefonía IP. (Landivar, 2011)

## **5.5 Análisis económico acerca de la implementación del Sistema de telefonía IP para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad”**

Equipo	Características		Precio	Cantidad	Subtotal
<b>Router Cisco EA4500</b>	Interfaces de Red	4 puertos Gigabit de Ethernet	\$ 410,40	1	\$ 410,40
	Puertos USB	2 (3,0 y 2,0)			
	Wirless	(2,4 + 5 Ghz) Doble banda simultanea			
<b>Elastix miniUCS G2</b>	Puertos analógicos (FXO/FXS)	Configurable hasta 8**	\$ 942,78	1	\$ 942,78
	Puertos digitales	Hasta 1 E1/T1/J1 o 4 BRI**			
	Extensiones (SIP/IAX)	Hasta 50*			
	Llamadas concurrentes	Hasta 32*			
	CPU	1.6 GHz			
	RAM	2 GB			
	Hard Drive	16 GB mSATA SSD			
	Interfaces de red	3 x Gigabit Ethernet			
	Puertos USB	2			
	Puertos VGA	1			
<b>SWITCH CISCO SMB SG100D-08</b>	Puertos Ethernet gigabit	8	\$ 150,40	7	\$ 1.052,80
	Capacidad de conmutación	16Gbps			
	QoS	4 Niveles de prioridad			
	Puertos MDIX	Dúplex medio o completo			
<b>Switch D-link Dgs-1024a 24</b>	Puertos Ethernet gigabit	24	\$ 192,80	1	\$ 192,80
	Capacidad de conmutación	48Gbps			
	QoS	Si			
	Puertos MDIX	Dúplex medio o completo			
<b>Total</b>					\$ 2.598,78

Tabla 5. Estudio comparativo

Para realizar un análisis de los costos en un proyecto de telefonía IP, se considera datos promedio

1. **Gateways** 20%
2. **Teléfonos** 25%
3. **Licenciamiento** 40%
4. **Infraestructura** (servidores) 10%
5. **Implementación y servicios** 5%

#### 1. **Gateways**

En los **Gateways**, la recomendación es que al menos se cubran elementos como:

- Seguridad
- Ruteo de datos
- Soporte de voz
- Alta disponibilidad

#### 2. **Teléfonos**

Se utilizará softphones que se instalarán en ordenadores y laptops, lo que representa un ahorro e teléfonos IP

### 3. Licenciamiento

Elastix tiene licencia GPL.

### 4. Infraestructura

Hoy en día los servidores ya no son un problema en recursos económicos debido a la virtualización de aplicaciones.

### 5. Implementación y los servicios de soporte

Finalmente, considere los costos de la implementación y los servicios de soporte.

Estos últimos pueden abarcar desde cambios físicos, resolución de fallas en el software, hasta si usted deseara realizar actualizaciones. (Pelaez, 2016)

#### 5.5 Propuesta de diseño de infraestructura de red con esquema de Calidad de Servicio para la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad”

El esquema de infraestructura de la red propuesto, para la implementación del sistema de telefonía Ip en la Unidad Educativa “Patrimonio de la Humanidad” cuenta con un servicio de internet por fibra óptica, con una velocidad de 10 MBPS en banda ancha con una apertura disponible de 2 MBPS para el puerto de VoIP.

Los equipos para la telefonía Ip deben tener características para este servicio, por lo que se cuenta con el siguiente hardware:

<b>Equipo</b>	<b>Características</b>		<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Router Cisco EA4500</b>	Interfaces de Red	4 puertos Gigabit de Ethernet	\$ 410,40	1	\$ 410,40
	Puertos USB	2 (3,0 y 2,0)			

	Wirless	(2,4 + 5 Ghz) Doble banda simultanea			
<b>Elastix miniUCS G2</b>	Puertos analógicos (FXO/FXS)	Configurable hasta 8**	\$ 942,78	1	\$ 942,78
	Puertos digitales	Hasta 1 E1/T1/J1 o 4 BRI**			
	Extensiones (SIP/IAX)	Hasta 50*			
	Llamadas concurrentes	Hasta 32*			
	CPU	1.6 GHz			
	RAM	2 GB			
	Hard Drive	16 GB mSATA SSD			
	Interfaces de red	3 x Gigabit Ethernet			
	Puertos USB	2			
	Puertos VGA	1			
<b>SWITCH CISCO SMB SG100D-08</b>	Puertos Ethernet gigabit	8	\$ 150,40	7	\$ 1.052,80
	Capacidad de conmutación	16Gbps			
	QoS	4 Niveles de prioridad			
	Puertos MDIX	Dúplex medio o completo			
<b>Switch D- link Dgs- 1024a 24</b>	Puertos Ethernet gigabit	24	\$ 192,80	1	\$ 192,80
	Capacidad de conmutación	48Gbps			
	QoS	Si			
	Puertos MDIX	Dúplex medio o completo			
<b>Total</b>					\$ 2.598,78

Tabla 6. Características equipos

El rango de IP's (Tabla 6) está establecido por la estructura de la red propuesta por la WAN EDUCATIVA, para todos los establecimientos educativos como se muestra en la Fig.6.

ÁREAS	LÍNEAS TELEFÓNICAS	IP
<b>Laboratorios de Informática</b>	1	10.187.0.75
<b>TIC's</b>	1	10.187.0.76
<b>Laboratorio Físico- Químico</b>	1	10.187.0.77
<b>Departamento administrativo</b> (Rectorado, Vicerrectorado, secretaria 1, secretaria 2, )	4	10.187.0.78 10.187.0.79 10.187.0.80 10.187.0.81
<b>Departamento administrativo</b> Biblioteca	1	10.187.0.82
<b>Departamento administrativo</b> Psicología, DECE, Trabajo Social	3	10.187.0.83 10.187.0.84 10.187.0.85
<b>Departamento administrativo</b> Inspección General matutina y vespertina	2	10.187.0.86 10.187.0.87
<b>Área docentes</b> UEP, Lengua extranjera, Sociales, Turismo, Matemáticas, Educación Física y Química	7	10.187.0.88 10.187.0.89 10.187.0.90 10.187.0.91 10.187.0.92 10.187.0.93 10.187.0.94
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	

Tabla 7 Rango IP para líneas telefónicas

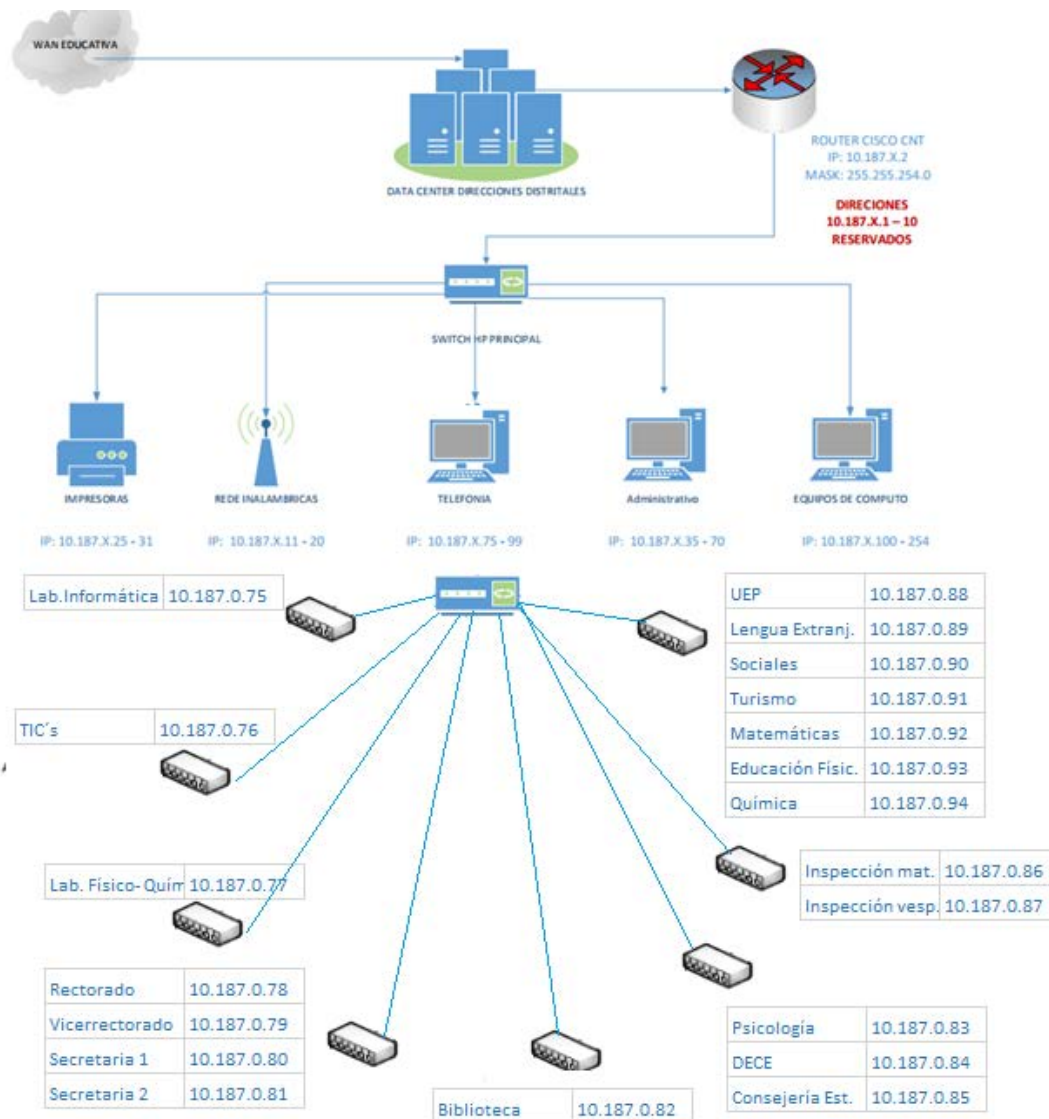


Figura 8. Estructura de red VoiP

La estructura de la red VoIP está diseñada en base al esquema de red entregada por el MINIEDUC, La topología de tipo estrella extendida, con cableado estructurado, cable par trenzado UTPCAT5e, estará dado sobre la red de datos existente, la calidad de servicio estará planteada a través de dos posibilidades, la primera la asignación de un único canal para la telefonía es decir con la apertura

de eth2 de 2mbps solo para VoIP, la segunda la configuración de swith para priorizar la trasmisión de tramas de VoIP.

## **6. Conclusiones**

- El modelo de Infraestructura de Telecomunicaciones WAN EDUCATIVA elaborado por Iván Ortiz e implementado por el MIINEDUC permitirá el despliegue de un servicio concebido por la WAN, VoIP, esto debido al ancho de banda contratado a ISP de CNT de 10mps para datos, a la apertura de 2mbps específicos para telefonía IP y a los equipos institucionales.
- Elastix como Sistema de comunicaciones unificadas integra servicios que optimizan recursos, así también la licencia GPL lo hace compatible con otras aplicaciones que ofrecen la mejora del Sistema de telefonía, tal es el caso de sophones.
- La operatividad del Sistema de telefonía IP contribuirá a la unificación de servicio de VoIP y datos en la misma red, lo que representa un ahorro del recurso económico.
- La implementación de la centralita en la institución educativa permitirá la comunicación entre docentes, personal administrativo y de servicio lo que optimizara procesos y recursos propios de la actividad educativa.

## **6.1 Recomendaciones**

- Los requerimientos a los departamentos y áreas deben ser atendidos de forma oportuna y eficaz para la “continuidad de procesos y nuevas implementaciones”.. (Ortiz, 2015)
- Por la importancia del proyecto se deberá aprovechar el talento humano del responsable de Tic's asignado por el distrito y con carga de 10 horas para el seguimiento y monitorea del Sistema de Telefonía.
- El alcance del proyecto es desplegar el servicio a dispositivos inalámbricos. Y móviles para una óptima comunicación.

## **Bibliografía**

- Cueva, M. E. (2010). Diseño de una red de voz sobre IP para el hospital provincial General "Isidro Ayora Loja" con calidad de servicios en un ambiente open source.
- Landivar, E. (2011). Comunicaciones Unificadas con Elastix. En E. Landivar, *Comunicaciones Unificadas con Elastix* (págs. 102,103,104). Quito.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (Junio de 2011). Obtenido de Acuerdo 224-11: <http://bit.ly/2fD1NLI>
- Ministerio de Industrias y Productividad. (Septiembre de 2013). *País Productivo*. Obtenido de <http://bit.ly/2eDAM60>
- Ortiz, I. P. (2015). *Implementación del nuevo modelo de infraestructura de telecomunicaciones para el despliegue de servicios tecnológicos desde el Data Center Virtual a todas las localidades del Ministerio de Educación, WAN EDUCATIVA*. Quito.
- Web grafía:**
- Cabrera, C. (2016). *asterisk mexico*. Obtenido de <https://asteriskmx.org/asterisk-vs-elastix-vs-trixbox-vs-asterisknow-vs-freepbx-explicando-la-diferencia/>
- Linksys. (5 de diciembre de 2016). *Linksys*. Obtenido de Linksys: <http://www.linksys.com/ec/p/P-EA4500/#product-features>
- Pelaez, O. (2016). *Blog Cisco Latinoamérica*. Obtenido de <http://gblogs.cisco.com/la/identificando-los-costos-en-su-proyecto-de-telefonía-ip/>
- CCM. (2016) X-LTE Obtenido de <http://es.ccm.net/download/descargar-28280-x-lite>

Linksys (2016) Router inalámbrico smart wi-fi de doble banda n900 linksys ea4500  
Obtenido en <http://www.linksys.com/es/p/P-EA4500/>

VipForo (2016) Jitter. Obtenido en [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Jitter.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Jitter.php)

VipForo (2016) Latencia. Obtenido en  
[http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Latencia.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Latencia.php)

VipForo (2016) Eco. Obtenido en [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Eco.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Eco.php)

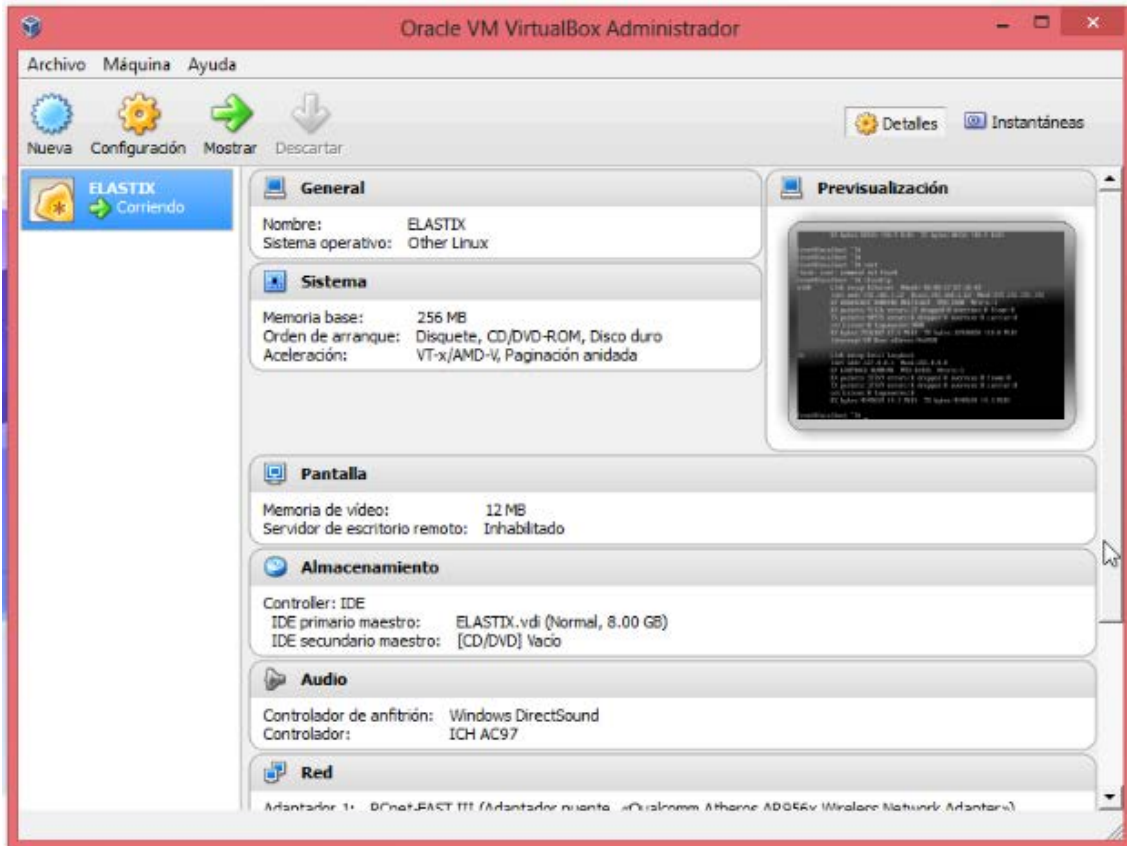
VipForo (2016) Eco. Obtenido en [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Eco.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Eco.php)

VipForo (2016) Pérdida de paquetes - packet loss. Obtenido en  
[http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_PacketLoss.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_PacketLoss.php)

Elastix (2016) QoS-Calidad de Servicio para VoIP . Obtenido en  
<http://elastixtech.com/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>

## Anexos

### Anexo 1: Elastix iniciando



## Anexo 2: PBX: Edit Extensión

The screenshot shows the Elastix PBX configuration interface. The browser address bar displays `https://192.168.1.12/config.php?display=follow&extdisplay=GRP-543202`. The interface includes a navigation menu with options like Sistema, Agenda, Email, Fax, PBX, IM, and Reports. The main content area is titled 'Follow Me: 543202' and contains the following fields and options:

- Edit Extension 543202**: Includes a 'Delete Entries' button.
- Edit Follow Me**:
  - Disable
  - Initial Ring Time: 0
  - Ring Strategy: ringallv2
  - Ring Time (max 60 sec): 20
  - Follow-Me List: 543202
  - Extension Quick Pick: (pick extension)
  - Announcement: None
  - Play Music On Hold?: Ring
  - CID Name Prefix:
  - Alert Info:

On the right side, there is a list of extensions:

- INVITADO2 <5411> (add)
- Silvia Caiza <543201> (edit)
- MERCY SEMPERTEGUI <543202> (add)
- SABINA ROSERO <543203> (add)
- INVITADO <543204> (add)

## Anexo 3: PBX: Add Sip Extensión

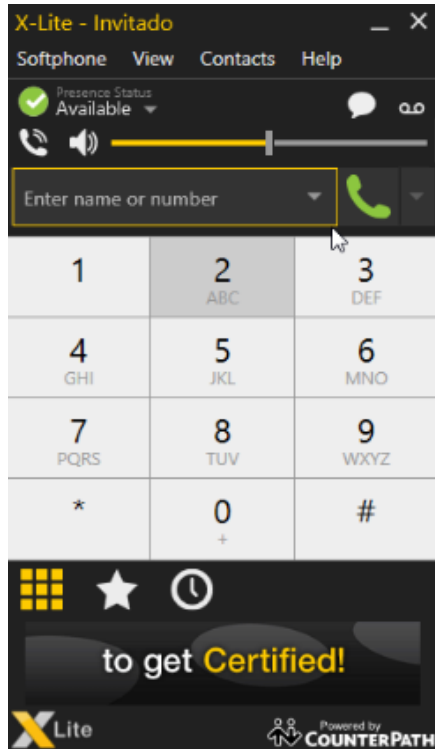
The screenshot shows the Elastix PBX configuration interface. The browser address bar displays `https://192.168.1.12/config.php`. The interface includes a navigation menu with options like Sistema, Agenda, Email, Fax, PBX, IM, and Reports. The main content area is titled 'Add SIP Extension' and contains the following fields and options:

- Add Extension**: Includes an 'Add Extension' button.
- Add Extension**:
  - User Extension:
  - Display Name:
  - CID Num Alias:
  - SIP Alias:
- Extension Options**:
  - Outbound CID:
  - Ring Time: Default
  - Call Waiting: Disable
  - Call Screening: Disable
  - Pinless Dialing: Disable
  - Emergency CID:

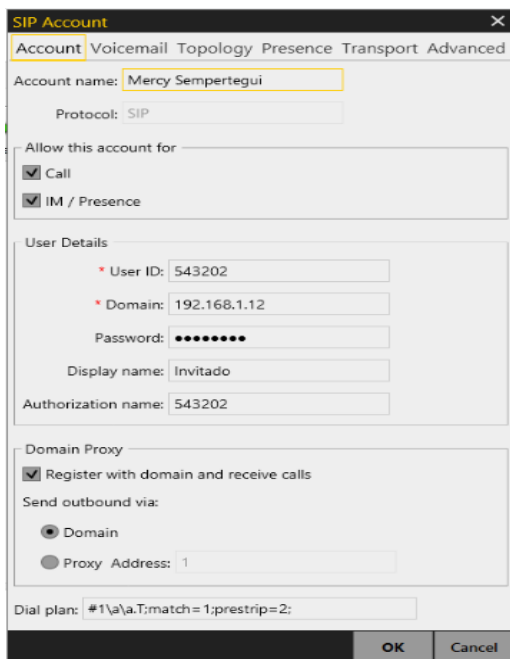
On the right side, there is a list of extensions:

- INVITADO2 <5411>
- Silvia Caiza <543201>
- MERCY SEMPERTEGUI <543202>
- SABINA ROSERO <543203>
- INVITADO <543204>

## Anexo 4: Interfaz gráfico Sophone X-lite

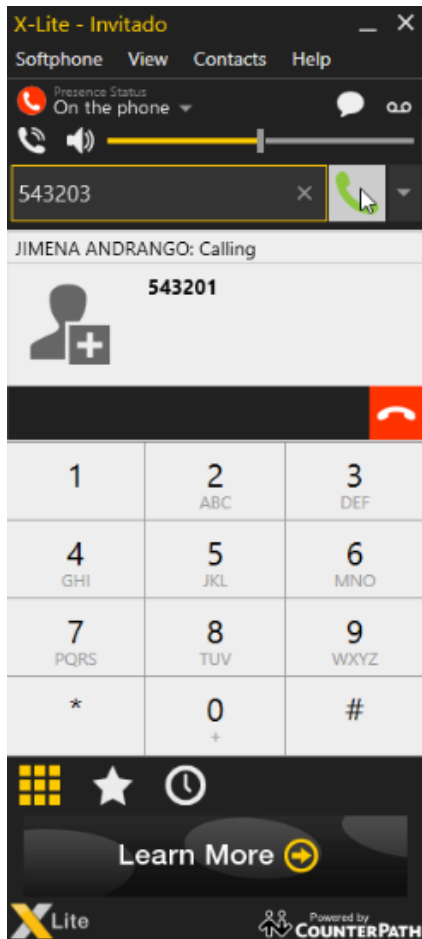


## Anexo 5: Configuración X-lite, cuenta de usuario

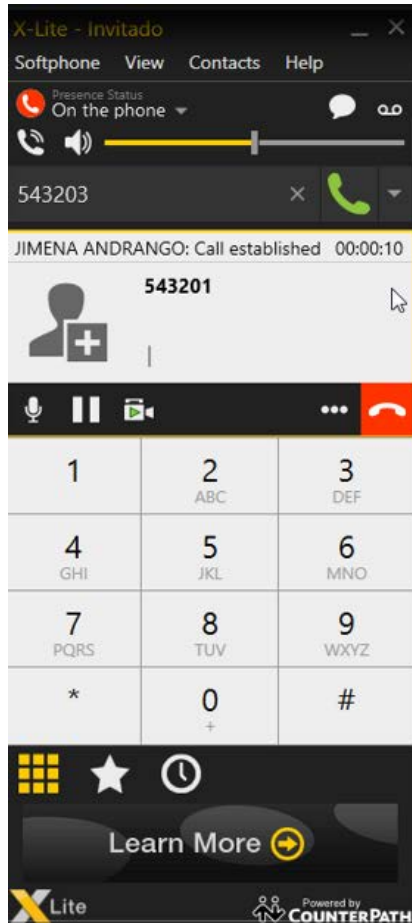


## Anexo 6: Marcación extensión

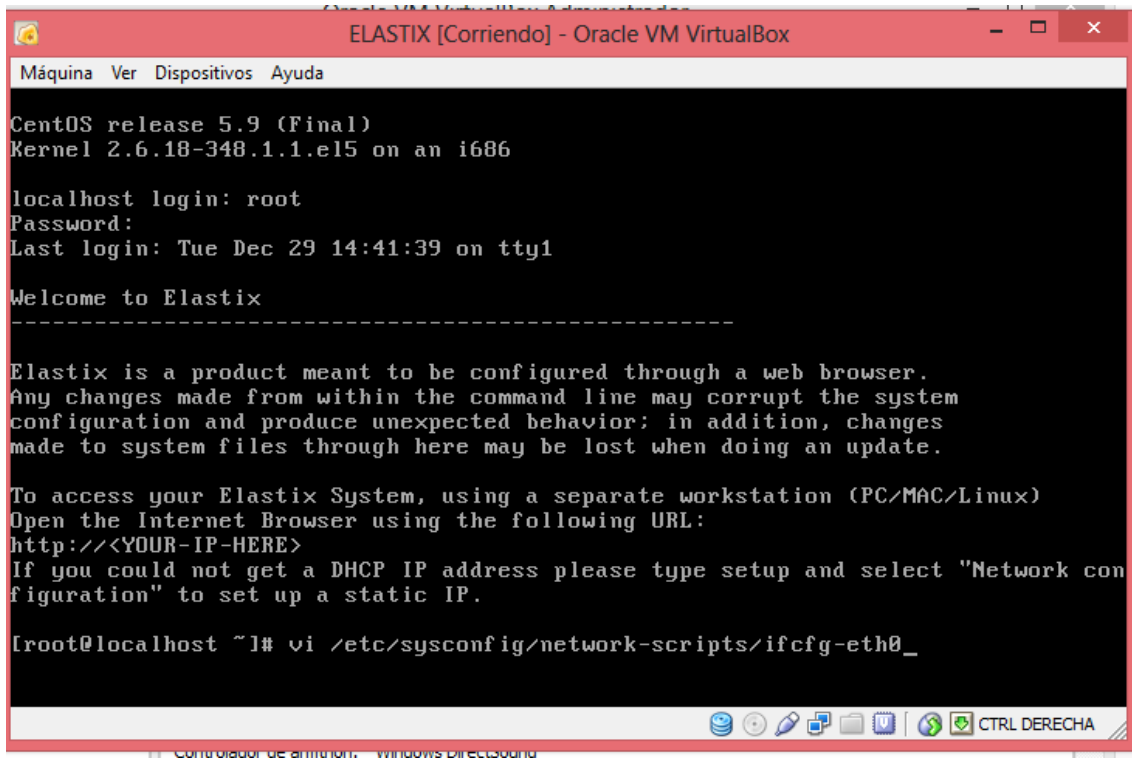
## Anexo 6: Marcación extensión



## Anexo 7: Llamada VoIP Extenciones: 543201 a 543203



## Anexo 8: Configuración IP estática



```
ELASTIX [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox
Máquina Ver Dispositivos Ayuda
CentOS release 5.9 (Final)
Kernel 2.6.18-348.1.1.el5 on an i686

localhost login: root
Password:
Last login: Tue Dec 29 14:41:39 on tty1

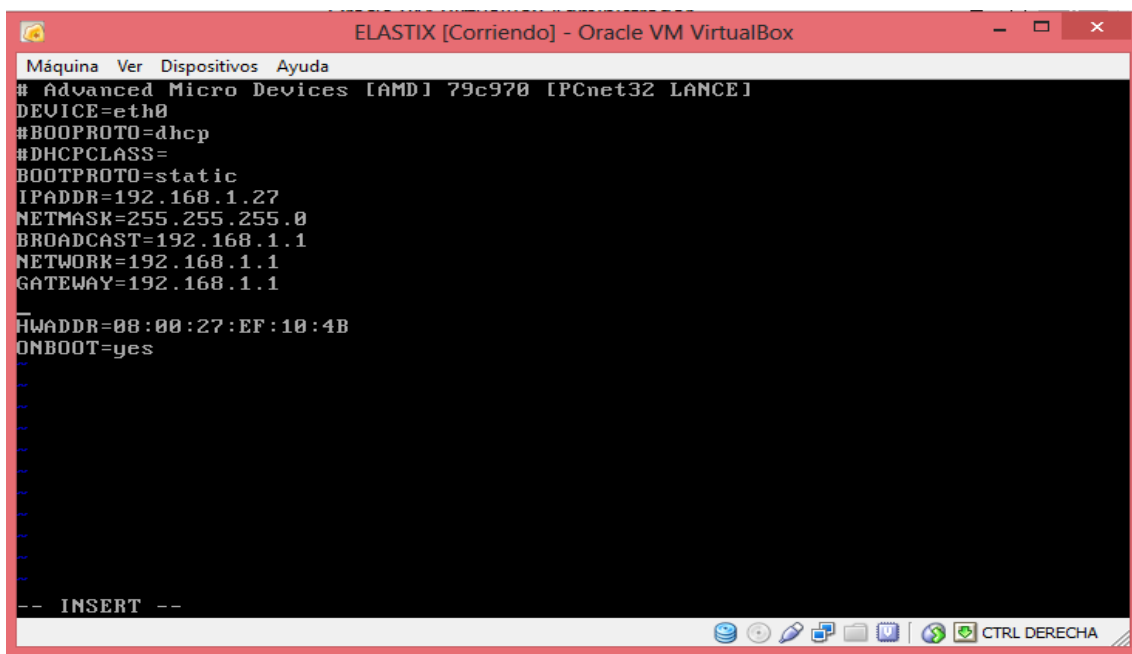
Welcome to Elastix
-----

Elastix is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://<YOUR-IP-HERE>
If you could not get a DHCP IP address please type setup and select "Network con
figuration" to set up a static IP.

[root@localhost ~]# vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0_
```

## Anexo 9: Configuración IP estática

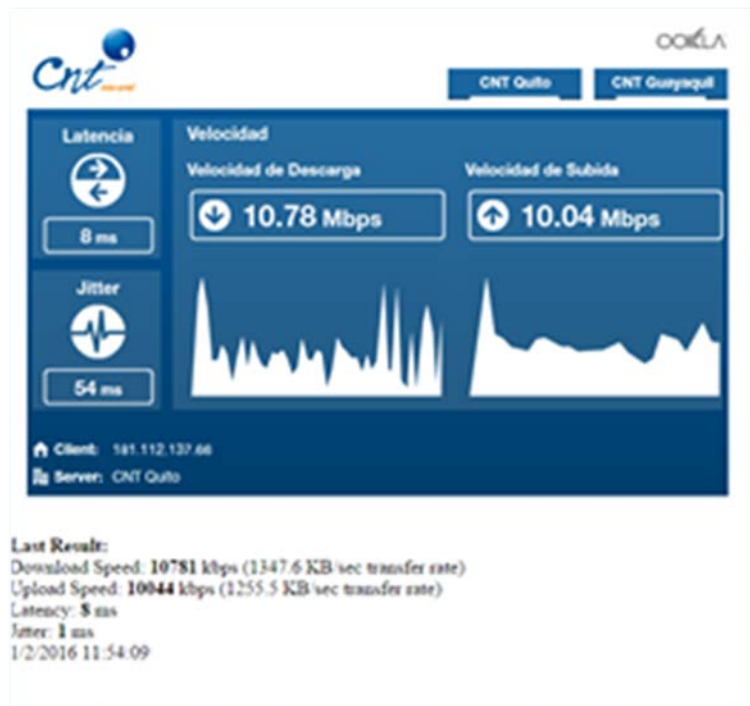


```
ELASTIX [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox
Máquina Ver Dispositivos Ayuda
# Advanced Micro Devices [AMD] 79c970 [PCnet32 LANCE]
DEVICE=eth0
#BOOTPROTO=dhcp
#DHCPCCLASS=
BOOTPROTO=static
IPADDR=192.168.1.27
NETMASK=255.255.255.0
BROADCAST=192.168.1.1
NETWORK=192.168.1.1
GATEWAY=192.168.1.1

HWADDR=08:00:27:EF:10:4B
ONBOOT=yes

-- INSERT --
```

## Anexo 10: Test velocidad de Descarga y velocidad de Subida



## Anexo 11: Captura tráfico de tramas con Wireshark

No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
814	162.640394	192.168.0.186	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report / Leave group 224.0.0.253
815	163.147244	192.168.0.186	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report / Leave group 224.0.0.252
816	163.147302	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:6	ICMPv6	Multicast Listener Report Message v2
817	163.147346	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:6	ICMPv6	Multicast Listener Report Message v2
818	163.147427	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:3	LLMNR	Standard query ANY MINEUC014634
819	163.147650	192.168.0.186	224.0.0.252	LLMNR	Standard query ANY MINEUC014634
820	163.147798	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:3	LLMNR	Standard query A wpa
821	163.219156	192.168.0.198	65.52.108.76	TLS	TLSv1.2 [reassembled PDU]
822	163.219177	192.168.0.198	65.52.108.76	TLSv1.2	Application Data
823	163.221249	65.52.108.76	192.168.0.198	TCP	https > 50078 [ACK] Seq=2618 Ack=7754 win=335 Len=0
824	170.251899	192.168.0.198	186.47.202.174	TCP	TCP keep-alive] 50159 > https [ACK] Seq=9277 Ack=32290 win=64512 Len=1
825	170.252004	186.47.202.174	192.168.0.198	TCP	TCP keep-alive] https > 50159 [ACK] Seq=22290 Ack=9278 win=43320 Len=0
826	170.808303	192.168.0.1	239.255.0.1	UDP	source port: 4809 destination port: 9303
827	171.235846	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:2	DHCPv6	solicit
828	171.235904	Fe80::3e:c2de:af20:98	ff02::1:2	DHCPv6	solicit
829	171.235935	192.168.0.186	239.255.255.250	SSDP	M=SEARCH * HTTP/1.1
830	172.408402	cameocom_f6:2a:9a	Broadcast	ARP	who has 192.168.0.197? Tell 192.168.0.1
831	172.738383	192.168.0.198	224.0.0.22	IGMP	V3 Membership Report / Leave group 224.0.0.253

Frame 821 (3514 bytes on wire, 1514 bytes captured)  
 Ethernet II, Src: b0:10:41:d6:34:e7 (b0:10:41:d6:34:e7), Dst: CameoCom\_f6:2a:9a (00:18:e7:f6:2a:9a)  
 Internet Protocol, Src: 192.168.0.198 (192.168.0.198), Dst: 65.52.108.76 (65.52.108.76)  
 Transmission Control Protocol, src Port: 50078 (50078), dst Port: https (443), seq: 5989, Ack: 2618, Len: 1460  
 Secure Socket Layer

```

0000 00 18 e7 f6 2a 9a b0 10 41 d6 34 e7 08 00 45 00  ....*...A.4...E.
0010 05 dc 6f 6d 40 00 80 06 16 c0 c0 a8 00 c6 41 34  ..omh... ..A4
0020 6c 4c e3 9e 01 bb 50 b8 8c 08 29 61 81 25 50 10  L....P...a,%P.
0030 01 00 ff e3 00 00 17 03 03 06 e0 c6 6a 05 ab 8d  .....j...
0040 b2 80 43 d5 4a 24 e5 d0 31 f8 63 df 14 fc 5c d0  ..C%..L...
0050 80 7c 0c 40 77 20 36 ab 7c c0 3a 00 f3 ba 43 27  \ * #   ' e
    
```

**Anexo 12: Router Cisco EA4500**



### Anexo 13: Elastix miniUCS G2



### Anexo 14: SWITCH CISCO SMB SG100D-08



## Anexo 15: Switch D-link Dgs-1024a 24



## Anexo 16: Artículo Qos Elastix

**ElastixTech**  
Aprenda Telefonía IP con Asterisk - Elastix

Inicio Fundamentos de Telefonía Curso Basico de Elastix Tutoriales Elastix Entrenamiento Elastix Contacto

« Protocolo SIP Elastix en Raspberry Pi »

### QoS-Calidad de Servicio para VoIP

Conceptos de VoIP y Telefonía IP

#### Orlando Desde Ecuador

Una Paquete Vacacional \$399 10 días en las Ciudades Mágicas USA Ir a [maingateresorts.com](#)

**QoS o Calidad de Servicio (Quality of Service, en Inglés)** son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (*throughput*). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de video o voz.

El auge de la telefonía IP es algo evidente y la principal razón es el reaprovechamiento de los recursos y la disminución en el coste de llamadas a través de Internet. Sin embargo, si de algo adolece todavía la VoIP es de la calidad de los sistemas telefónicos tradicionales. Los problemas de esta calidad son muchos veces inherentes a la utilización de la red (Internet y su velocidad y ancho de banda) y podrán irse solventando en el futuro. Mientras tanto, cuanto mejor conozcamos los problemas que se producen y sus posibles soluciones mayor calidad disfrutaremos.

Los principales problemas en cuanto a la calidad del servicio (QoS) de una red de VoIP, son la Latencia, el Jitter la pérdida de paquetes y el Eco. En VoIP estos problemas pueden ser resueltos mediante diversas técnicas que se explican en los siguientes apartados.

Los problemas de la calidad del servicio en VoIP vienen derivados de dos factores principalmente:

- Internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el Jitter.
- Las comunicaciones VoIP son en tiempo real lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia sean muy molestos y perjudiciales y deban ser evitados.

**Servidor Virtual Elastix TODO INCLUIDO**

- Envío Masivo de SMS
- Control Telefonica PBX-IP
- Call Center con Marcador Progresivo-Predictivo
- Grabacion de Llamadas
- Conferencia Web
- SugarCRM
- Open VPN

**Elastix 4.0**  
the unified communications solution

## Anexo 17: Pruebas QoS e VoIP- Elastix

### Pruebas de QoS en VoIP

Para poder comprobar como es la calidad de nuestro enlace para el funcionamiento de la VoIP existen algunas herramientas web muy interesantes que podemos consultar y que nos daran resultados muy interesantes.

- Para comprobar el nivel de jitter y los paquetes perdidos podemos visitar la siguiente página:

<http://myspeed.visualware.com/indexvoip.php>

Realiza un test en función del servidor escogido y el codec que deseamos utilizar.

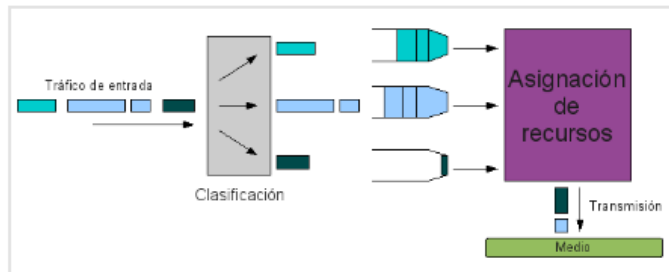
Esta otra página hace un test parecido pero no nos deja escoger el codec.

<http://www.voipstest.org/speedtest.swf>

Los resultados nos serán los mismos puesto que se usan servidores diferentes pero nos daran una idea de la calidad de nuestras conexiones y nos servira para detectar problemas.

### Tecnicas para lograr QoS

Teniendo en cuenta que estamos hablando de la calidad de servicio en una interfaz y no a nivel de una red global, podemos decir lo que se intenta explicar en la siguiente figura:



Este es un modelo que es bastante útil para comprender de qué formas podemos intentar garantizar la QoS y con cuáles conseguirlo. En esta figura están representadas las dos acciones fundamentales asociadas a garantizar la QoS:

- **Clasificación:** El tráfico que entra al equipo y que se ha de transmitir se tiene que clasificar. Pueden usarse muchos criterios de clasificación: Por equipo destino, por marcas en los paquetes, por aplicación... Es algo que siempre hay que hacer ya que si no el propio concepto de QoS no existe. Básicamente, la clasificación es buscar a qué parámetros de QoS negociados o contratados pertenece un paquete (o tráfico) en particular: Tráfico máximo en rataga, tráfico mínimo sostenido, latencia máxima, variación en la latencia...
- **Asignación de recursos:** Una vez que se tiene el tráfico clasificado, y por tanto se saben qué parámetros de QoS se deben cumplir, hay que asignar los recursos en la interfaz. Hay que permitir que los paquetes se transmitan al medio (el aire o un cable).

La fase de clasificación es común a todos los tipos de Interfaz que necesitan garantizar la QoS, pero la principal diferencia viene en la fase de asignación de recursos. Existen dos mecanismos que son lo bastante generales como para merecer que les demos un nombre "QoS a nivel 3 (L3QoS o IPQoS)" y "QoS a nivel 2 (L2QoS o MACQoS)".

## Anexo 18: Cronograma

El Cronograma fue elaborado en Project Libre. Tiempo estimado tres meses.

ID	Nombre	Duraci..	Inicio	Termina.	Jun 2016							Jul 2016							ago 2016							sep 2016							oct 2016						
					06	13	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22	29	05	12	19	26	03	10	17	24	31													
1	ELABORACIÓN DEL TEMA Y OBJETIVOS DE CASO DE ESTUDIO	20 days	31/05/16..	27/06/16..	[Barra azul]																																		
2	APROBACIÓN DEL TEMA Y OBJETIVOS DE CASO DE ESTUDIO	4 days	02/07/16..	07/07/16..	[Barra azul]																																		
3	JUSTIFICACIÓN	3 days	10/07/16..	13/07/16..	[Barra azul]																																		
4	ANTECEDENTES	3 days	15/07/16..	19/07/16..	[Barra azul]																																		
5	INFRAESTRUCTURA DE LA RED EXISTENTE.	10 days	20/07/16..	02/08/16..	[Barra azul]																																		
6	ANALISIS DEL TRÁFICO DE LA RED	10 days	04/08/16..	17/08/16..	[Barra azul]																																		
7	ANALISIS DE LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN CUANDO SE IMPLEMENTA VOIP	10 days	19/08/16..	01/09/16..	[Barra azul]																																		
8	ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPUESTAS EXISTENTES	10 days	03/09/16..	16/09/16..	[Barra azul]																																		
9	FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE TELEFONÍA IP A IMPLEMENTARSE.	15 days	18/09/16..	07/10/16..	[Barra azul]																																		
10	PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA DE RED CON ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIO	15 days	09/10/16..	28/10/16..	[Barra azul]																																		
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	2 days	29/10/16..	01/11/16..	[Barra azul]																																		
12	INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO	87 days	02/07/16..	01/11/16..	[Barra roja]																																		