

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**PERFIL DEL TRABAJO PREVIO LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:**

**MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**“PILOTO DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE TELEFONIA IP  
PROPIETARIO CON UN SISTEMA TELEFONIA IP LIBRE ENTRE LA  
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO Y LA NUEVA  
EXTENSION UNIVERSITARIA”**

**DIEGO FERNANDO SORIA CRIOLLO**

**Quito – 2018**

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1.....	12
1. 1 INTRODUCCION .....	12
1.1.1 JUSTIFICACION .....	14
1.1.2 ANTECEDENTES .....	<del>14</del> 1415
1.1.3 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.1.5 RESUMEN DE CONTENIDO DE CAPÍTULOS .....	16
CAPÍTULO 2.....	17
2. 1 METODOLOGÍA .....	17
2. 1. 1 TIPOS DE ESTUDIO.....	17
2. 1. 2 METODOLOGÍA PPDIOO .....	<del>17</del> 1718
2. 2 MARCO TEÓRICO.....	19
2. 2. 1 TELEFONÍA IP.....	19
2. 2. 2 Voz IP.....	<del>20</del> 2024
2. 2. 3 Funcionamiento VoIP.....	21
2. 2. 4 Ventajas de telefonía IP.....	<del>21</del> 2122
2. 3 Protocolos.....	22
2. 3. 1 Protocolo H323.....	23
2. 3. 2 Protocolo SIP.....	26
2. 3. 3 Protocolo IAX .....	28

2. 4 Protocolo SCCP .....	29
2. 5 Protocolos de Transporte.....	30
2. 5. 1 RTP (Real Time Protocol).....	30
2. 5. 2 RTCP (Real Time Control Protocol).....	30
2. 6 CÓDEC .....	31
2. 6. 1 UIT G.711.....	32
2. 6. 2 UIT G.729.....	33
2. 6. 3 UIT G.723.....	33
2. 6. 4 GSM (RPE-LTP).....	<del>34</del> 34
2. 6. 5 iLBC .....	34
2. 7 Calidad de Servicio (QoS) .....	35
2. 7. 1 Jitter .....	<del>36</del> 35
2. 7. 2 Latencia o Retardo.....	<del>36</del> 35
2. 7. 3 Eco.....	36
2. 7. 4 Pérdida de paquetes .....	<del>37</del> 36
2. 7. 5 Ancho de banda .....	37
2. 8 Tipos de conexiones.....	<del>38</del> 37
2. 8. 1 Conexiones analógicas .....	<del>38</del> 37
2. 8. 2 ISDN BRI.....	38
2. 8. 3 T1, E1 y J1.....	38
2. 9 Asterisk .....	<del>39</del> 38

2. 9. 1 Características principales de Asterisk.....	39
2. 9. 2 Codec.....	<del>4039</del>
2. 9. 3 Protocolos.....	<del>4039</del>
2. 9. 4 Ventajas de Asterisk.....	<del>4140</del>
2. 10 Cisco Unified Communications Manager “CUCM”.....	<del>4241</del>
2. 10. 1 Funciones de un CUCM.....	<del>4241</del>
2. 10. 2 Características del Cisco Unified Communications Manager.....	<del>4342</del>
2. 10. 3 Ventajas del CUCM.....	<del>4342</del>
2. 10. 4 Desventajas del CUCM.....	<del>4443</del>
2. 11 Comparación entre Asterisk y CUCM.....	<del>4443</del>
CAPÍTULO 3.....	<del>4544</del>
3. 1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA IP SEDE QUITO (CAMPUS GIRÓN, SUR Y KENNEDY).....	<del>4544</del>
3. 1. 1 CAMPUS GIRON.....	<del>4644</del>
3. 1. 2 CAMPUS SUR.....	<del>5254</del>
3. 1. 3 CAMPUS KENNEDY.....	<del>5755</del>
3. 2 SITUACIÓN ACTUAL DE RED DE LA NUEVA EXTENSION UNIVERSITARIA.....	<del>6160</del>
3. 2. 1 Laboratorio de estudio Hombres.....	<del>6260</del>
3. 2. 2 Laboratorio de estudio Mujeres.....	<del>6364</del>
3. 2. 3 Infraestructura de red actual.....	<del>6463</del>

3. 2. 4 Direccionamiento IP.....	<u>6564</u>
3. 2. 5 Estado del enlace de red.....	<u>6665</u>
CAPÍTULO 4.....	<u>6967</u>
4. 1 Implementacion Del Proyecto Piloto.....	<u>6967</u>
4. 2 Eleccion de software libre para telefonía IP.....	<u>6967</u>
4. 2. 1 FreePBX.....	<u>7068</u>
4. 2. 2 Elastix.....	<u>7068</u>
4. 3 Infraestructura para la Integracion de FreePBX.....	<u>7270</u>
4. 3. 1 Asignación de Máquina Virtual para FreePBX.....	<u>7371</u>
4. 3. 2 Configuraciones en el servidor FreePBX.....	<u>7472</u>
4. 3. 3 Configuración de extensiones en FreePBX.....	<u>7674</u>
4. 3. 4 Configuración de troncal SIP en FreePBX.....	<u>7876</u>
4. 3. 5 Configuracion Troncal en el CUCM.....	<u>8280</u>
4. 3. 6 Configuración de Route Patterns.....	<u>8381</u>
4. 4 Configuración de teléfonos IP en FreePBX.....	<u>8482</u>
CAPÍTULO 5.....	<u>8785</u>
5. 1 ANÁLISIS DE TRÁFICO DE TELEFONÍA IP.....	<u>8785</u>
5. 2 PROPUESTA DE PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CANALES EXISTENTES DE IPT.....	<u>8886</u>
5. 2. 1 CONSULTAS DE NOTAS POR LA INFRAESTRUCTURA DE IPT.....	<u>8886</u>

5. 2. 2 CONSULTAS DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS PENDIENTES POR LA INFRAESTRUCTURA DE IPT. ....	<del>8987</del>
5. 2. 3 MATRÍCULAS Y ADICIÓN DE CRÉDITOS POR LA INFRAESTRUCTURA DE IPT. ....	<del>8987</del>
5. 3 ANÁLISIS DE LICENCIAMIENTO DE TELEFONÍA IP DE LA UPS SEDE QUITO. ....	<del>8987</del>
CAPÍTULO 6.....	<del>9290</del>
6. 1 CONCLUSIONES .....	<del>9290</del>
6. 2 RECOMENDACIONES .....	<del>9394</del>
6. 3 REFERENCIAS .....	<del>9494</del>
6. 4 GLOSARIO.....	<del>9794</del>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Enlace y Topología De Red Entre Ups – Residencia. (Fuente; El Autor) .	13
Figura 2. Ciclo de vida de una red PPDIOO. (Fuente; cisco.com).....	<u>1847</u>
Figura 3. Diagrama de Telefonía IP (Fuente: VoIP Telecom Technicom Group) ....	19
Figura 4. Estructura de protocolo H.323. (Fuente; Cisco Call Manager, Dial Plan, 2004).....	<u>2423</u>
Figura 5. Estructura de protocolo SIP. (Fuente; Leidy Viviana Gutierrez, Protocolo-h323, 2013).....	<u>2625</u>
Figura 6. Tráfico de flujo SCCP y RTP/RTCP. (Fuente; CCNA Voice Study Guide, Andrew Froehlich, 2010, Pág. 93).....	29
Figura 7. Salida del códec G.711 (Fuente;) .....	<u>3332</u>
Figura 8. Comparación de algunos codecs de audio (Fuente; Gómez & Montoya, 2008. Pág. 58).....	<u>3534</u>
Figura 9. Equipo Cisco Catalys WS-C6506-E (Fuente: cisco.com).....	<u>4745</u>
Figura 10. Equipo Cisco Catalyst 4507R (Fuente: cisco.com).....	<u>4745</u>
Figura 11. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) Fuente: cisco.com .....	<u>4746</u>
Figura 12. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) Fuente: cisco.com.....	<u>4846</u>
Figura 13. Diagrama de red Girón (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ) ..	<u>4846</u>
Figura 30. Diagrama Telefonía IP sede Quito .....	<u>4947</u>
Figura 15. Router Cisco ISR4451-X/K9 Fuente: cisco.com .....	<u>5048</u>
Figura 16. Diagrama de Telefonía IP UPS Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ .....	<u>5048</u>
Figura 17. Equipo Cisco NG firewall 5545-X Fuente: Cisco.com.....	<u>5149</u>
Figura 18. Equipo Cisco WSA Fuente: Cisco.com .....	<u>5149</u>

Figura 19. Equipo BlueCoat 1200 Fuente: Cisco.com .....	<del>5149</del>
Figura 20. Diagrama Lógico de salida de Internet Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ.....	<del>5250</del>
Figura 21. Equipo Cisco Catalyst 6505 Fuente: Cisco.com .....	<del>5354</del>
Figura 22. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) (Fuente: Cisco.com) .....	<del>5452</del>
Figura 23. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) (Fuente: Cisco.com).....	<del>5452</del>
Figura 24. Diagrama red de campus Sur (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ) .....	<del>5452</del>
Figura 25. Equipo Cisco NG firewall 5545-X (Fuente: Cisco.com) .....	<del>5553</del>
Figura 26. Equipo Cisco WSA (Fuente: Cisco.com).....	<del>5553</del>
Figura 27. Equipo BlueCoat 1200 (Fuente: Cisco.com).....	<del>5553</del>
Figura 28. Diagrama lógico de la red de campus Sur Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ.....	<del>5654</del>
Figura 29. Equipo Cisco ISR4331/K9 (Fuente: Cisco.com) .....	<del>5754</del>
Figura 30. Equipo Cisco Catalyst 4507R (Fuente: Cisco.com).....	<del>5855</del>
Figura 31. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) (Fuente: Cisco.com).....	<del>5856</del>
Figura 32. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) (Fuente: Cisco.com) .....	<del>5856</del>
Figura 33. Diagrama de red de Campus Kennedy (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ).....	<del>5956</del>
Figura 34. Equipo Cisco NG firewall 5512-X (Fuente: Cisco.com) .....	<del>5957</del>
Figura 35. Equipo Cisco WSA (Fuente: Cisco.com).....	<del>6057</del>
Figura 36. Equipo BlueCoat 1200 (Fuente: Cisco.com).....	<del>6057</del>
Figura 37. Diagrama lógico red campus Kennedy (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ).....	<del>6158</del>
Figura 38. Equipo Cisco ISR4331/K9 (Fuente: Cisco.com) .....	<del>6159</del>

Figura 39. Rack del laboratorio de hombres de la Nueva extensión Universitaria.	<del>6260</del>
Figura 40. Rack del laboratorio de mujeres de la Nueva extensión Universitaria.	<del>6364</del>
Figura 41. Enlace de Red entre UPS Campus Sur-Nueva extensión Universitaria.	<del>6563</del>
Figura 42. Equipo Transmisor ubicado en la Nueva extensión Universitaria .....	<del>6764</del>
Figura 43. Equipo Transmisor ubicado en la Nueva extensión Universitaria .....	<del>6865</del>
Figura 44. Diagrama del proyecto piloto entre la UPS y la Nueva extensión Universitaria .....	<del>6966</del>
Figura 45. Interfaz Web de FreePBX (Fuente: <a href="http://www.tpartner.net">http://www.tpartner.net</a> ) .....	<del>7067</del>
Figura 46. Interfaz Web de Elastix (Fuente: <a href="http://www.tpartner.net">http://www.tpartner.net</a> ) .....	<del>7168</del>
Figura 47. Servidor HP DL380 G7 para la instalación de FreePBX (Fuente: El Autor) .....	<del>7269</del>
Figura 48. Características Servidor HP DL380 G7 (Fuente: El Autor).....	<del>7269</del>
Figura 49. Acceso al entorno virtual (Fuente: El Autor).....	<del>7370</del>
Figura 50. Características maquina virtual para FreePBX (Fuente: El Autor) .....	<del>7370</del>
Figura 51. Instalación de FreePBX (Fuente: El Autor) .....	<del>7471</del>
Figura 52. Pagina principal de FreePBX (Fuente: El Autor).....	<del>7572</del>
Figura 53. Configuración de extensiones en FreePBX (Fuente: El Autor) .....	<del>7673</del>
Figura 54. Crear extensión en FreePBX (Fuente: El Autor).....	<del>7774</del>
Figura 55. Configuración básica de extensión en FreePBX (Fuente: El Autor)....	<del>7774</del>
Figura 56. Configuración básica de extensión en FreePBX (Fuente: El Autor)....	<del>7774</del>
Figura 57. Añadir troncal en FreePBX (Fuente: El Autor).....	<del>7976</del>
Figura 58. Configuración troncal en FreePBX (Fuente: El Autor).....	<del>7976</del>
Figura 59. Parametros de la troncal en FreePBX con CUCM (Fuente: El Autor)	<del>8077</del>
Figura 60. Descripción de los Parametros de la troncal entre FreePBX con CUCM (Fuente: El Autor).....	<del>8077</del>

Figura 61. Configuración de Rutas Salientes entre FreePBX con CUCM .....	<del>8278</del>
Figura 62. Descripción de los parámetros de la troncal CUCM.....	<del>8279</del>
Figura 63. Configuración troncal del CUCM .....	<del>8279</del>
Figura 64. Configuración troncal del CUCM. (Fuente: El Autor).....	<del>8380</del>
Figura 65. Configuración Route Pattern del CUCM. (Fuente: El Autor).....	<del>8484</del>
Figura 66. Descripción de los parámetros del Route Pattern del CUCM. (Fuente: El Autor) .....	<del>8484</del>
Figura 67. Equipo Grandstream GXP1405. (Fuente: grandstream.com) .....	<del>8584</del>
Figura 68. Interfaz Web del equipo Grandstream GXP1405. (Fuente: El Autor). <del>8582</del>	<del>8582</del>
Figura 69. Configuración de cuenta del equipo Grandstream GXP1405. (Fuente: El Autor) .....	<del>8683</del>
Figura 70. Registro de teléfonos IP Grandstream GXP1405 en FreePBX. (Fuente: El Autor) .....	<del>8783</del>
Figura 71. VoIP vs Licencias. (Fuente: El Autor) .....	<del>9188</del>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparaciones entre Astersik y CUCM (Fuente: Piedra& Solórzano, 2011)	<del>4543</del>
Tabla 2. Equipos instalados en el Laboratorio de estudio de Hombres.....	<del>6360</del>
Tabla 3. Direccionamiento IP Antenas Ubiquiti AirFiber 5x.....	<del>6663</del>
Tabla 4. Direccionamiento IP asignado a la Nueva Extensión Universitaria.....	<del>6664</del>
Tabla 5. Comparacion entre FreePBX y Elastix.....	<del>7168</del>
Tabla 6. Configuracion Basica de una extensión FreePBX.....	<del>7875</del>
Tabla 7 Calculo Erlang B y C. (Fuente: El Autor) .....	<del>8784</del>
Tabla 8 Cálculos y proyecciones de licencias y teléfonos IP. (Fuente: El Autor).	<del>9087</del>
Tabla 9 Resumen de la inversión. (Fuente: El Autor) .....	<del>9087</del>

## **CAPÍTULO 1**

### **1. 1 INTRODUCCION**

La Residencia Universitaria Indígena es una obra Salesiana que se encuentra ubicada al sur occidente de la ciudad de Quito en las calles: Matilde Álvarez S33-144 y Av. Mariscal Sucre cerca de la Universidad Politécnica Salesiana - Campus Sur, esta residencia va a formar parte de la UPS como una Nueva Extensión Universitaria en la cual se creara los laboratorios de las Carreras de Mecánica, Eléctrica e Idiomas.

La Nueva Extensión Universitaria y la UPS cuentan actualmente con una conexión punto a punto entre dos antenas Ubiquiti Nanostation M5, cuya función es estación y punto de acceso.

La Residencia se encuentra dividida en dos secciones o áreas independientes, laboratorios para Hombres y Mujeres, cada una cuenta con un rack y un switch no administrable, el cual da el servicio de red e Internet a 13 y 12 computadores respectivamente, además de un enrutador inalámbrico que da servicio cobertura inalámbrica al Departamento Administrativo (Red Abierta)

Adicional la Residencia cuenta con algunos espacios administrativos y 15 habitaciones para Padres en Formación continua los cuales no cuentan con servicio de telefonía análoga o IP, cabe mencionar que solo el departamento de Contabilidad dispone de una línea de telefonía convencional habilitada.

En la siguiente imagen se muestra como se encuentra actualmente el enlace entre la UPS Campus Sur y la Residencia Universitaria Indígena y su topología de red:

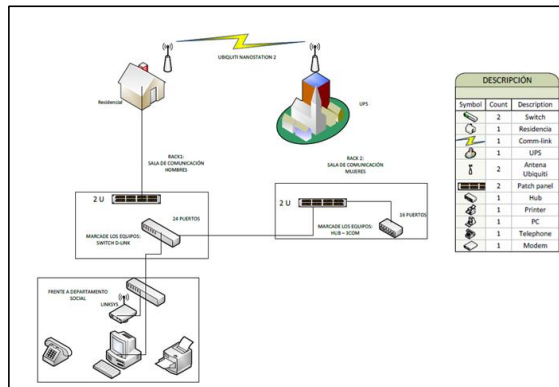


Figura 1. Enlace y Topología De Red Entre Ups – Residencia. (Fuente; El Autor)

Nuestra labor como colaboradores de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) en la Dirección Técnica de Tecnologías de la Información (DTTI) es de mantener la optimización de toda la infraestructura tecnológica bajo nuestro cuidado, inspirados en los conocimientos y enseñanzas en el transcurso de la maestría de la PUCE he iniciado el análisis y estudio de nuestra infraestructura tecnológica para recolectar una serie de indicadores que nos muestren el estado actual y nos permitan tomar decisiones en la forma de aprovechar de mejor manera la infraestructura tecnológica existente priorizando que el resultado de este proyecto sea obtener una respuesta desde las soluciones de TI a las necesidades existentes de la UPS.

En la UPS actualmente el sistema de telefonía IP instalado es un Cisco Unified Communications Manager con versión 9.1.1.20000-5 “CUCM” propiedad de Cisco Systems. Por ser una solución propietaria los costos de implementación y licenciamiento son altos.

Por parte de la dirección técnica de tecnologías de la información (DTTI) se plantea realizar un piloto de integración de las dos soluciones (propietaria y libre) para habilitar el servicio de telefonía IP en la Nueva Extensión Universitaria en todos los espacios anteriormente mencionados también se puede aprovechar esta integración para cubrir el número de extensiones necesarias las cuales se generaron por la asignación de espacios físicos a todos los docentes de tiempo completo de los campus (Sur, Girón, Kennedy y Cayambe).

Como propuesta se utilizaría Asterisk que es un conjunto de herramientas de código abierto para la creación de aplicaciones de comunicaciones IP, la integración con esta solución nos ayuda a mejorar y ampliar nuestro sistema CUCM existente y disminuir el licenciamiento (costo beneficio).

#### **1.1.1 JUSTIFICACION**

Ante los cuestionamientos presentados se propone realizar un análisis de tráfico de la infraestructura actual de telefonía IP de la UPS que permita la optimización de los recursos existentes y brindar el servicio de telefonía IP a los usuarios de la Nueva Extensión Universitaria con la integración del sistema CUCM y software libre adoptando nuevos servicios que mejoraran la capacidad de gestión administrativa y académica de la UPS con un equilibrio en el costo de implementación.

#### **1.1.2 ANTECEDENTES**

En la etapa inicial de implementación de la red de interconexión metropolitana de la UPS se generó un cálculo de los recursos necesarios de la telefonía IP actual, tomando en cuenta los datos obtenidos de las centrales analógicas independientes y distribuidas por cada campus de la UPS (Sur, Girón, Kennedy y Cayambe).

El cálculo se aproximó a dos E1 (60 canales) disponibles en el año 2006 con los DID 3962800 y 3962900.

El sistema actual se planificó en base a una infraestructura centralizada en el campus el Girón, con la implementación de gateways de voz en los campus de Sur, Kennedy y Cayambe.

En el escenario inicial todas las llamadas para establecer comunicación en la UPS debían alcanzar la red telefónica pública conmutada (PSTN) para la comunicación entre los campus de la UPS; y que desde la implementación del sistema de telefonía IP las llamadas se establecerían a través de la red de interconexión con base en el campus el Girón.

### **1.1.3 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un piloto de integración del Sistema actual de telefonía IP Cisco Unified Communications Manager “CUCM” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito con un Sistema de telefonía IP libre Asterisk para habilitar el servicio de telefonía IP en la Nueva Extensión Universitaria.

### **1.1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar el levantamiento de información de la infraestructura actual de red y los enlaces correspondiente al área de frontera de la Nueva Extensión Universitaria y la UPS.

- Determinar el tráfico Best-effort y tráfico con QoS existente.
- Proponer el dimensionamiento de dispositivos de red y de enlaces inalámbricos entre la Nueva Extensión Universitaria y la UPS.
- Diseñar un esquema de QoS para la infraestructura de red propuesta.
- Implementar el prototipo.

- Analizar los resultados obtenidos del estudio realizado a la infraestructura de telefonía IP (TIP) para la generación de proyectos de optimización de la infraestructura actual de TIP.

#### **4.1.61.1.5 RESUMEN DE CONTENIDO DE CAPÍTULOS**

En el primer capítulo se presentará una breve descripción del problema, antecedentes, justificación, el objetivo principal y específicos del presente proyecto.

En el segundo capítulo se describirá información acerca de conceptos generales sobre la telefonía IP, tecnología VoIP, centrales telefónicas Asterisk y el Cisco Unified Communications Manager (CUCM).

En el tercer capítulo se analizará la situación actual de la red de telefonía IP, interconexión de campus de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito (UPSQ). De similar manera se analizará la situación actual de la Nueva Extensión Universitaria y la interconexión con la UPSQ.

En el cuarto capítulo se desarrollará el proyecto piloto, comparación, selección, instalación y configuración del software para la central Asterisk además de las configuraciones realizadas para la integración de Asterisk con el CUCM de la UPSQ. Se presentará el diseño de QoS para la infraestructura de red propuesta

En el quinto capítulo se presentarán los resultados obtenidos de la integración entre Asterisk y el CUCM de la UPSQ, así como las conclusiones y recomendaciones acerca del proyecto.

## **CAPÍTULO 8 CAPÍTULO 2**

### **8.1.2.1 METODOLOGÍA**

#### **8.1.2.1.1 TIPOS DE ESTUDIO**

Para hacer este análisis se usarán los siguientes tipos de estudio:

Área de Estudio: Son los diferentes campus y su ubicación geográfica que se delimita dentro de la ciudad de Quito.

Técnicas de Recolección de Datos: Para tener un enfoque de cómo está estructurada la red actual de la Universidad Politécnica Salesiana y la Residencia Universitaria Indígena, realizaremos una visita directa a cada uno de los campus y la obra salesiana. Obtuvimos los datos de las llamadas telefónicas del software de tarificación de nuestra infraestructura considerando el mes de mayor consumo según la tarificación de CNT.

#### **8.1.2.1.2 METODOLOGÍA PPDIOO**

La metodología que utilizaremos está basada bajo el ciclo de vida de una red definida por Cisco System conocida como PPDIOO cuyo significado es: Preparar, Planificar, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar.

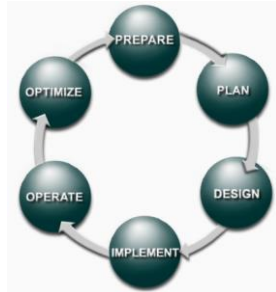


Figura 2. Ciclo de vida de una red PPDIIO. (Fuente; cisco.com)

Como parte de esta metodología existe el diseño denominado top-down que se basa en iniciar desde la capa inicial del modelo OSI en la capa de aplicación y continua con las demás capas en forma descendente validando los requerimientos de la empresa y haberlos analizados, antes de escoger la tecnología.

Este tipo de modelado de red, ayuda a los diseñadores de red, a que realicen un análisis total de todos los requerimientos iniciales y de las metas que desea alcanzar la organización. El llevar a cabo un modelamiento de red con esta metodología implica un estudio de las exigencias preliminares, para llegar a elegir la tecnología que mejor se adapte a las necesidades de la red.

El modelado para una red, utilizando top-down se inicia desde las capas superiores del modelo de referencia OSI hasta alcanzar un cambio en las capas inferiores del modelo mencionado. Se enfoca principalmente en las capas de aplicación, sesión y transporte. Como paso previo a este de debe seleccionar equipos de interconexión de red como routers, Switch's, y equipos multimedia que operaran, en las capas inferiores del modelo de referencia OSI.

El modelado Top-down es interactivo es decir que se pueden llevar a cabo cambios, si se detectaran errores, en el diseño lógico, como en diseño físico, esto conllevara a que el diseño sea un modelo de red ideal. Es muy importante tener una visión global de los

requerimientos y fines para el cual es creado el modelo de red, con esto se tomará en cuenta cuáles serán las limitaciones del diseño creado.

Este método de diseño de red también toma en cuenta que la información reunida pueda llevar a considerar nuevos cambios, a manera de retroalimentación que mejora el diseño elaborado.

Al usar un proceso estructurado de diseño de redes, Cisco Systems recomienda un modelo jerárquico de tres capas, incluir criterios de SONA Framework (Arquitectura de Redes orientadas a servicios), AON (Redes Orientadas a Aplicaciones) IIN (Red inteligente de Información) y para los componentes de la red utilizar los modelos sugeridos de Cisco que se adapten al alcance de la red y al área funcional que se desee diseñar, para el caso de la UPSQ utilizaremos el modelo ECNM (Enterprise Composite Network Model).

## 8.2.2.2 MARCO TEÓRICO

### 8.2.1-2.2.1 TELEFONÍA IP.

La telefonía IP es la telefonía de siempre utilizando Internet para poder realizar y recibir llamadas telefónicas.



Figura 3. Diagrama de Telefonía IP (Fuente: VoIP Telecom Technicom Group)

La telefonía IP es una aplicación inmediata de VoIP que permite realizar llamadas telefónicas sobre redes IP. Es una tecnología que permite la transmisión de señales de voz y datos a través de las redes IP este protocolo se usa como medio de transporte para crear un sistema telefónico con todas las funciones de una telefonía tradicional, pero con más aplicaciones, la forma en que se transmite es en paquete de datos es decir que se envía la señal de voz en forma digital.

El servicio de telefonía se puede clasificar en dos grandes grupos: la telefonía fija que conceptualmente se refiere al sistema de comunicación que brinda el servicio por lo general una central, a los usuarios a través de medios guiados, es decir cable coaxial o fibra óptica. El segundo grupo y el que mayor evolución ha tenido en los últimos años es el de telefonía móvil, cuyas comunicaciones brindan un servicio a los usuarios a través de medios no guiados, es decir ondas electromagnéticas.

La telefonía fija se establece en lugares específicos donde el proveedor de telefonía tiene una red cableada, dentro de su infraestructura al alcance de los usuarios; en el otro caso, si los usuarios se ubican en poblaciones rurales o periféricas donde no existe red cableada, se recurre a la telefonía móvil más conocida como telefonía celular.

La conmutación de circuitos o PSTN implementa un camino (circuito) entre origen y destino con un ancho de banda garantizado. Cabe destacar que, aunque no esté en uso dicho circuito, este permanece interconectando los nodos inactivos.

### **8.2.22.2.2 Voz IP**

La VoIP es una sigla de la lengua inglesa que refiere a la expresión Voice over Internet Protocol. Si traducimos el concepto al castellano, podemos decir que VoIP alude a la voz que se transmite mediante el uso del Protocolo de Internet, además es la tecnología usada para el funcionamiento de la telefonía IP. VoIP gestiona el envío de la información

de voz utilizando IP. La señal de la voz es analógica y se transforma en paquetes digitales diferenciados que se envía por la red IP. Realiza el trabajo de codificación, decodificación, comprensión, encapsula y envía la voz en paquetes de datos a través de una red IP.

La telefonía IP permite la interacción de comunicaciones de voz y fax, a través de una red de conmutación de paquetes en vez de conmutación de circuitos, mediante el protocolo de transmisión RTP (Real Time Protocol) sobre UDP/IP. La transmisión que está destinada a voz y video, debe guardar una velocidad constante, indispensable para llegar al destino con el menor retardo posible y generando una alta calidad de servicio.

#### **8.2.4-2.2.3 Funcionamiento VoIP**

En una llamada telefónica por IP, los paquetes de datos, que contienen la señal de voz digitalizada y comprimida, se envían a través de Internet a la dirección IP del destinatario. Cada paquete puede utilizar un camino distinto para llegar, pero siempre compartiendo el mismo medio, una red de datos. Cuando llegan a su destino son ordenados y convertidos de nuevo en señal de voz.

#### **8.2.6-2.2.4 Ventajas de telefonía IP.**

Las principales ventajas de la telefonía IP son:

- Reducción del gasto en llamadas de media y larga distancia existiendo comunicaciones entre los nodos. Con el empleo de VoIP, se evitan altos costos de telefonía, sobre todo en los casos de empresas que aplican estrategias comerciales de call centers o para usuarios que realizan llamadas de larga distancia.
- Aprovechamiento del ancho de banda. El avance tecnológico permite realizar

llamadas con un reducido ancho de banda, gracias a codecs que comprimen en paquetes digitales cada vez más pequeños a la voz, permitiendo que viajen a mayor velocidad.

- Multiplexación de comunicaciones de voz y de datos sobre un mismo canal. Al ser un medio físico con protocolo de transporte, se pueden multiplexar los datos y la voz ofreciendo más funcionalidades a los usuarios.
- Posibilidad de integración de servicios que se deriva del incremento exponencial de las comunicaciones por IP. Cabe destacar que, mediante la utilización de aplicaciones y servicios especiales, como es el caso del popular software Skype, la tecnología VoIP permite además integrar otro tipo de servicios de comunicación tales como la mensajería instantánea, correo electrónico y videoconferencia.
- Conectividad remota a los servicios de VoIP mediante equipos universales. Los teléfonos VoIP pueden ser empleados remotamente, es decir mientras se garantiza una conexión a internet, se tiene una conectividad a los servicios de VoIP bajo las mismas tarifas y parámetros.

### **8.4.2.3 Protocolos.**

Los protocolos de señalización son los encargados de:

- Establecimiento, modificación y finalización de llamadas/sesiones.
- Registro y localización de participantes.
- Movilidad.
- Gestión del conjunto de participantes y de los componentes del sistema.
- Descripción de características de las sesiones y negociación de capacidades de los participantes.

Existen básicamente tres protocolos de señalización para voz sobre IP:

- H.323
- SIP

- IAX (actualmente IAX2)

• —

#### 8.4.2.2.3.1 **Protocolo H323**

H.323 es un protocolo estandarizado por la ITU, como un estándar para la transmisión de audio, video y datos a través de las redes IP en tiempo real, es totalmente compatible con los sistemas de telefonía tradicional es una alternativa para SIP. El protocolo H323 es un conjunto de normas ITU además está definido para que las empresas fabricantes de equipos para telefonía IP puedan agregar sus propias especificaciones al protocolo, permitiendo que los equipos adquieran nuevas características o capacidades. Es un protocolo para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP, ofrece control y señalización de las llamadas. Es muy rápida comparada con SIP esto debido a que los mensajes de H.323 son binarios mientras que en SIP son de texto. En un sistema de señalización H323 existen cuatro elementos, (Carballar, 2007, pag. 105).

El protocolo H.323 se definió por la UIT para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red. Existen cuatro elementos básicos para el funcionamiento de este protocolo, los cuales son:

**Terminales.** - Constan del hardware o software para prestar servicios de voz, datos y vídeo o por separado.

**Gateways.** - Encargados de interconectar con la red conmutada, actuando de forma transparente al usuario.

**Gatekeepers.** - Son opcionales en su uso, pero están presentes para los terminales y gateways, sirven para controlar las llamadas.

**Unidades de Control Multipunto (MCUs).** - Se encargan de gestionar las multiconferencias.

## H.323 Protocol

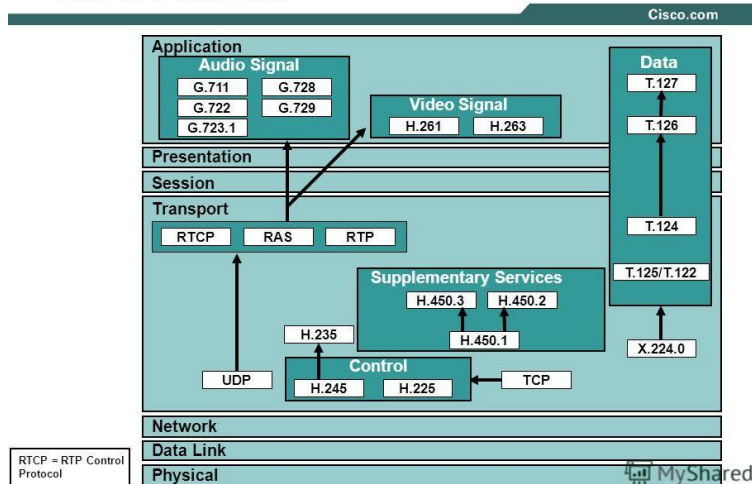


Figura 4. Estructura de protocolo H.323. (Fuente; Cisco Call Manager, Dial Plan, 2004)

### 8.4.2.1.2.3.1.1 Funcionamiento del protocolo H. 323

- **Establecimiento**

Un terminal se registra en el gatekeeper utilizando el protocolo RAS (Registro, admisión y estado) con los mensajes ARQ y ACF.

Posteriormente utilizando el protocolo H.225 se manda un mensaje de SETUP para iniciar una llamada.

El protocolo H.323 entrega la información que contiene, en el mensaje se encuentra la dirección IP, puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado.

El terminal llamado contesta con un CALL PROCEEDING advirtiendo del

intento de establecer una llamada en este momento el segundo terminal tiene que registrarse con el gatekeeper utilizando el protocolo RAS de manera similar al primer terminal.

El mensaje ALERTING indica el inicio de la fase de generación de tono.

CONNECT indica el comienzo de la conexión.

- **Señalización de control**

Mediante el protocolo H.245 (control de conferencia) se determinan acciones como: el intercambio de los mensajes (petición y respuesta) entre los dos terminales, se establece al master y slave, las capacidades de los participantes y codecs de audio y video a utilizar. Como punto final de esta negociación se abre el canal de comunicación (direcciones IP, puerto). Los principales mensajes H.245 que se utilizan en esta fase son:

- TCS. Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales que intervienen en una llamada.
- OLC. Mensaje para abrir el canal lógico de información que contiene información para permitir la recepción y codificación de los datos. Contiene la información del tipo de datos que serán transportados.

- **Audio**

Los terminales inician la comunicación y el intercambio de audio (o video) mediante el protocolo RTP/RTCP.

- **Desconexión**

Los usuarios activos pueden iniciar el proceso de finalización de llamada mediante mensajes Close Logical Channel y End Session Command de H.245.

Posteriormente utilizando H.225 se cierra la conexión con el mensaje RELEASE COMPLETE y se liberan los registros con el gatekeeper utilizando mensajes del

protocolo RAS.

### 8.4.3.2.3.2 Protocolo SIP.

Se basa en la arquitectura de IETF, la cual se fundamenta en un conjunto de protocolos independientes e intercambiables. Además de ser flexible, distribuida, escalable y abierta, es compatible con sistemas basados en H.323 brindando funciones de establecimiento, modificación y finalización de sesiones.

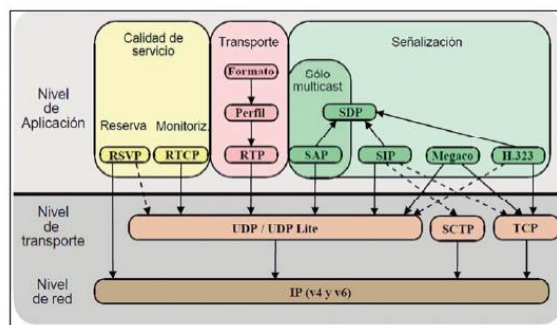


Figura 5. Estructura de protocolo SIP. (Fuente; Leidy Viviana Gutierrez, Protocolo-h323, 2013)

SIP al ser ideado para correr como un servicio más en internet, tiene como característica que su sintaxis es bastante parecida a la que emplea HTTP y SMTP, protocolos empleados en servicios de páginas web y distribución de e-mail respectivamente. SIP fue aceptado como parte de las redes de nueva generación al incluirse en [3GPP] como protocolo de señalización y elemento emergente de IMS (IP Multimedia System).

#### 8.4.3.1.2.3.2.1 Elementos de SIP

La arquitectura de SIP define cuatro tipos de servidores:

- Servidor Proxy. Encamina las peticiones/respuestas hacia el destino final. El encaminamiento se realiza salto a salto de un servidor a otro hasta alcanzar el destino final.

- Servidor de Redirección. Encargado de contestar a un INVITE con un mensaje de redirección, indicándole como contactar con el destino.
- Servidor de Registro. Mantiene la localización actual de un usuario. Se utiliza para que los terminales registren su localización.
- Agente de Llamada (Call Agent) entre estos tenemos:
  - Localizar a un usuario mediante la redirección de la llamada a una o varias direcciones.
  - Implementar servicios de redirección como reenvío si está ocupado, reenvío si no contesta, etc.
  - Implementar filtrado de llamadas en función del origen o del instante de la llamada.
  - Almacenar información de administración de llamadas
  - Realizar cualquier otra función de gestión.



#### **8.4.3.2.2.3.2.2 Funcionamiento del protocolo SIP**

SIP tiene cinco elementos funcionales para el establecimiento y terminación de comunicaciones multimedia y son:

- Localización de usuarios.
- Intercambio / negociación de capacidades de los terminales.
- Disponibilidad de usuarios
- Establecimiento de llamada
- Mantenimiento de llamada.

SIP trabaja bajo el modelo de cliente-servidor y lo hace de la siguiente manera:

- Los clientes SIP envían peticiones (Request Messages) a un servidor

- El servidor procesa la petición y envía una respuesta (Response Messages)

Los terminales SIP pueden generar peticiones o respuestas, llamados agentes y son:

- Cliente del agente de usuario (UAC)
- Servidor del agente de usuario (UAS)

•

#### **8.4.4-2.3.3 Protocolo IAX**

El protocolo IAX (Inter-Asterisk exchange protocol) fue diseñado inicialmente como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk, pero hoy en día también sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo ya que se trata de un protocolo de código abierto creado por la empresa Digium que también es la creadora de Asterisk.

IAX implementa su propio mecanismo de transmisión de voz, para evitar los problemas de NAT (Network Address Translation) el protocolo IAX usa como protocolo de transporte UDP normalmente sobre el puerto 4569, todo el tráfico de datos se realiza a través de este único puerto tanto la señalización como el tráfico de voz, es menos propenso a problemas de NAT y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla. En un mismo flujo de datos puede contener información de varias conversaciones al mismo tiempo esto es lo que se denomina trunking o un enlace troncal para esto lo que se hace es enviar en un solo paquete de UDP información de señalización y de voz de una o más llamadas, todo este tráfico de señalización y voz pasa siempre por el servidor a diferencia de otros protocolos como el SIP en donde dos teléfonos pueden comunicarse enviando señalización por el servidor pero el tráfico de voz puede ir de un teléfono a otro sin necesidad de pasar por el servidor, esto puede significar mucho ahorro del ancho de banda.

#### 8-5-2.4 Protocolo SCCP

El protocolo SCCP (Skinny Client Control Protocol), es un protocolo propietario de Cisco Systems es el que realiza la señalización entre el Call Manager Cisco y el teléfono IP o un Cisco IP Communicator que es el Softphone de Cisco, un cliente skinny utiliza TCP/IP para conectarse a los Call Managers y así poder transmitir las llamadas. Para transportar el audio utiliza RTP, UDP e IP. El término "skinny" refleja que SCCP es un protocolo sencillo y sin complicaciones que requiere un pequeño procesamiento de computadora. Con skinny los terminales pueden ser teléfonos IP o softphones instalados en un computador.

En una arquitectura SCCP todos los clientes deben comunicarse con el CUCM, para poder realizar la comunicación o llamadas el CUCM maneja el control y establecimiento de la llamada, el teléfono sólo es responsable de la trasmisión de los paquetes RTP/RTCP. Los mensajes SCCP se transportan a través del puerto TCP 2000. SCCP utiliza TCP para el transporte, los mensajes pueden utilizar funcionalidades tales como la corrección de errores y la entrega garantizada de paquetes.

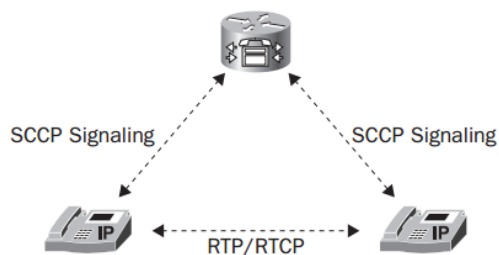


Figura 6. Tráfico de flujo SCCP y RTP/RTCP. (Fuente: CCNA Voice Study Guide, Andrew Froehlich, 2010, Pág. 93)

## **8.6.2.5 Protocolos de Transporte**

### **8.6.2.5.1 RTP (Real Time Protocol)**

Es un protocolo creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet. En VoIP el protocolo RTP es el responsable de la transmisión de datos (en este caso, voz), mientras que la digitalización y compresión de la voz y el vídeo es realizada por el códec.

Cabe resaltar que muchas personas creen que SIP es el encargado de transmitir la voz, pero no es así, SIP establece la llamada, una vez hecho esto, es RTP el encargado de transportar la voz a su destino.

RTP trabaja sobre UDP, es decir no espera confirmación de recepción exitosa, ya que no existe tiempo para esto, por lo que no está dedicado a reservar recursos ni garantizar la calidad de servicio para aplicaciones en tiempo real. En caso de que un paquete de voz no llegue a su destino, este espacio de tiempo es rellenado con un silencio denominado “ruido comfortable”.

En sus inicios fue un protocolo dedicado a multicast, pero se ha usado en varias aplicaciones unicast.

### **8.6.2.5.2 RTCP (Real Time Control Protocol)**

Es un protocolo de control de los flujos RTP, que permite transportar informaciones básicas de los participantes de una sesión y de la calidad de servicio.

Es un protocolo de apoyo para RTP, no es del todo indispensable, pero proporciona valiosa ayuda al transportar la voz de manera óptima pues da estadísticas e información de control que le permiten a la central telefónica digital (IP PBX) tomar decisiones para mejorar la transmisión en caso de ser posible, estos mensajes son enviados a la IP PBX periódicamente. Es empleado en grandes redes de multidifusión para supervisar la entrega

de datos de una manera escalable, además está diseñado para ser independiente de las capas de enlace y red.

RTP y RTCP son dos protocolos que se sitúan a nivel de aplicación y se utilizan con el protocolo de transporte UDP, además pueden trabajar en modo Unicast (punto a punto) como en modo Multicast (multipoint).

RTP y RTCP utilizan puertos diferentes. RTP utiliza un número de puerto par, y RTCP el número de puerto impar que sigue a continuación. Cuando una sesión RTP es abierta, al mismo tiempo se abre una sesión RTCP implícita. Los números de puerto utilizados por RTP y RTCP están comprendidos entre 1025 y 65535 pero por defecto son respectivamente 5004 y 5005.

#### **8.72.6 CÓDEC**

Al ser la voz una señal analógica y la red de datos una señal digital, necesariamente se requiere un proceso de conversión de ondas análogas a digitales, es decir de codificación-decodificación (CODEC), el cual se puede realizar de diversos modos denominados estándares, la mayoría de los cuales se basa en la modulación codificada mediante pulsos (PCM) o sus variaciones.

El códec comprime la secuencia de datos y utiliza la supresión del silencio (proceso de no enviar los paquetes de voz entre silencios de conversaciones humanas) generando un ahorro del ancho de banda permitiendo un mayor número de conexiones VoIP, además de proporcionar la cancelación del eco.

Este proceso de conversión analógico digital o modulación por impulsos codificados (PCM) se realiza mediante tres pasos:

- Muestreo
- Cuantificación

- Codificación

Los códecs que se utiliza en VoIP son:

#### **8.7.1-2.6.1 UIT G.711.**

Es un estándar para representar señales de audio con frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo. Este códec es el que requiere mayor ancho de banda pero es el códec de mayor calidad ya que la calidad de audio es óptima y el consumo es moderado. Proporciona un flujo de datos de 64 Kbps. Este códec requiere un procesamiento muy lento, necesita un mínimo de 128 Kbps para una comunicación bidireccional. Es un estándar de la ITU y está disponible casi en cualquier teléfono IP.

G.711 Ley A (a-law) y ley  $\mu$  (u-law)

La ley  $\mu$  (u-law) se utiliza en los sistemas PCM americanos y la ley A (a-law) se utiliza en los sistemas PCM europeos y resto del mundo. La ley A está formada por 13 segmentos de recta (en realidad son 16 segmentos, pero como los tres segmentos centrales están alineados, se reducen a 13). Cada uno de los 16 segmentos, está dividido en 16 intervalos iguales entre sí, pero distintos de unos segmentos a otros.

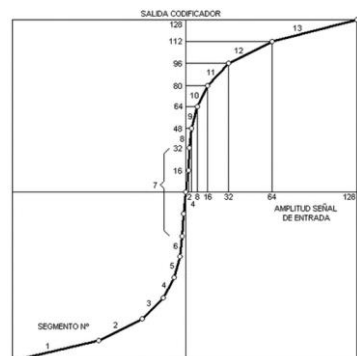


Figura 7. Salida del códec G.711 (Fuente:)

### 8.7.3-2.6.2 UIT G.729

Es un estándar de la ITU –T es un codec de voz que opera a velocidades de 16 - 40 kbps el modo comúnmente utilizado es en 32 Kbps, se utiliza en troncales internacionales en la red de telefonía y es el codec estándar utilizado en sistemas de teléfonos inalámbricos.

G.729 es un algoritmo de compresión de datos para voz que comprime el audio de la voz en pedazos de 10 milisegundos. Música o tonos tales como DTMF o tonos de fax no pueden ser transportados con seguridad con este códec, siendo aconsejable usar G.711 u otros métodos fuera de esta banda para transportar las mismas señales.

Este estándar opera a 8 kbit/s, pero existen extensiones. Las mismas que funcionan a distintos bitrates, 6.4 kbit/s y 11.8 kbit/s produciendo datos de audio de mejor o peor calidad respectivamente.

### 8.7.4-2.6.3 UIT G.723

Permite comprimir más la señal de audio, por este motivo permite tener más llamadas simultaneas, pero a razón de perder un poco más la calidad de audio, existe también el

codec G.723.1 que es muy diferente de este se usa generalmente en aplicaciones para grabación de voz, este codec ofrece una alta compresión con audio de alta calidad, pero para su uso es necesario una licencia.

#### **8.7.5-2. 6. 4 GSM (RPE-LTP)**

GSM al ser un sistema de telefonía celular incluye un códec que para su funcionamiento emplea el códec de pulso regular excitado (RPE-LTP), el cual usa la información de muestras anteriores para poder predecir la muestra actual. La señal de voz está dividida en bloques de 20 ms. Estos bloques son a su vez enviados al códec de voz, el mismo que tiene una velocidad de 13kbps, obteniendo bloques de 260 bits.

Su nombre original es Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction, pero es más conocido como GSM por su uso en este tipo de redes. Este codec codifica a 13 Kbps con un consumo de CPU medio y no requiere el pago de licencia y es soportado por gran cantidad de plataformas de hardware y software.

#### **8.7.6-2. 6. 5 iLBC**

Es un códec de voz gratuito, desarrollado por Global IP Sound (GIPS). Es adecuado para comunicaciones robustas de Voz sobre IP, envíos de audio, archivo y mensajes.

Este códec está diseñado para voz de banda corta, tiene una carga de 13,33 kbit/s con un intervalo en codificación de longitud de trama a 30 ms y una carga de 15,20 kbit/s con un intervalo en codificación de longitud de trama a 20 ms.

Nombre	Bit rate (Kbps)	Audio Útil (Bytes)	Ancho estimado (Kbps)	Latencia (ms)	Observaciones
G.711	64	240	85	30	PCM. Existen dos versiones "ulaw" (U.S, Japón) y "alaw" (Europa).
G.729	8	20	24	20	G729: Codec original.
G.726	32	80	48	20	ADPCM. Sustituye a los codecs G.721 y G.723.
G.723.1	6.4	24	17	30	Alta comprensión manteniendo una buena calidad de sonido.
GSM	13,2	33	29,2	20	Es soportado en gran cantidad de plataformas hardware y software.
ILBC	15,2	57	25,8	30	Su soporte en dispositivos es reducido. Requiere importante procesamiento de sonido.

Figura 8. Comparación de algunos codecs de audio (Fuente; Gómez & Montoya, 2008. Pág. 58)

### 8.9.2.7 Calidad de Servicio (QoS)

El principal problema de la telefonía IP en cuanto a garantizar una alta calidad de servicio, equiparable a la calidad de los sistemas telefónicos tradicionales es la utilización de la red (velocidad y ancho de banda del internet).

Estos inconvenientes se derivan de dos factores principalmente:

- Internet es un sistema de comunicación basado en conmutación de paquetes, la información no viaja siempre por el mismo camino lo cual puede producir pérdida de paquetes o jitter.
- La telefonía VoIP una comunicación en tiempo real, se producen efectos de eco, retardo, latencia y pérdida de paquetes los cuales son molestos para el usuario.

Los principales problemas de calidad de servicio (QoS) de una red de VoIP son:

### **8.9.12.7.1 Jitter**

Es la variación en el tiempo de llegada de los paquetes a los destinos o variabilidad del retardo, generalmente causada por la congestión de red, pérdida de sincronización o por la variación de caminos que siguen los paquetes para llegar a los destinos.

La solución para tener un bajo jitter es la utilización de un jitter buffer que consiste en asignar una pequeña cola o un espacio de memoria para ir recibiendo los paquetes con un pequeño retraso. Si algún paquete no llega o se perdió, en el momento de ser requerido éste es descartado.

### **8.9.22.7.2 Latencia o Retardo**

Se define como el tiempo que demora un paquete en llegar desde la fuente a su destino.

La latencia no es un problema particular de las comunicaciones VoIP, sino que es un inconveniente general en redes de telecomunicación, por ejemplo, en los enlaces satelitales donde la información debe recorrer largas distancias.

### **8.9.32.7.3 Eco**

En VoIP se define al eco como la reflexión retardada de la señal acústica original.

Este efecto es producido por un proceso técnico de conversión de 2 hilos a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por el retorno de la señal que se oye en los altavoces a través del micrófono.

Existen 2 soluciones para este efecto:

- Supresores de eco, evitan que la señal emitida sea enviada de vuelta, convirtiendo a momentos el canal de full-duplex a half-duplex, ya que si se detecta señal en un sentido se impide la señal en sentido contrario.

- Canceladores de eco, su labor es la de almacenar la señal de voz emitida en memoria y es capaz de detectar la señal de regreso, si llegase la misma información emitida (talvez atenuada y con ruido) el cancelador de eco filtra esta información y cancela esas componentes de voz.



#### **8.9.4-2.7.4 Pérdida de paquetes**

Este efecto puede ser producido por varios factores, pero el principal es que la telefonía IP se transporta sobre el protocolo UDP, no orientado a conexión es decir que, si un paquete no llegó o fue descartado por no llegar a tiempo al receptor, dicho paquete no es enviado nuevamente.

Al ser la voz bastante predictiva se puede recomponer la voz sin mayor inconveniente y de manera óptima, pero si la pérdida de paquetes es por ráfagas, la predicción se vuelve más compleja. Cuanto mayor sea la compresión del códec, más perjudicial es el efecto de perder paquetes en la transmisión de voz.

Una solución bastante interesante para evitar la pérdida de paquetes es no transmitir los silencios, ya que en gran cantidad de comunicaciones se presentan momentos de silencios y si sólo transmitiríamos señales audibles liberaríamos enlaces y evitaríamos congestiones.

#### **8.9-5-2.7.5 Ancho de banda**

Un parámetro que se debe considerar es el ancho de banda de las comunicaciones, que es la cantidad de información que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. Es un medio compartido por varias aplicaciones como (web, correo electrónico, tráfico FTP, descarga de archivos, etc). Generalmente se estandarizan

sus unidades en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (kbps) y megabits por segundo (Mbps).

El uso de ancho de banda relacionado con la telefonía IP depende de la codificación o códec que se emplee, por ejemplo, si se emplea el códec G.711, la voz está codificada a 64 Kbps y en la práctica al aumentarse cabeceras en el paquete se necesitarán 80 Kbps para una sola conversación.

Las soluciones más eficientes para problemas con el ancho de banda pueden ser:

- Aumentar el ancho de banda de las redes
- Reducir el consumo que hagan otras aplicaciones del ancho de banda
- Usar un códec con menor bitrate, es decir con mayor compresión.

### **8.10.2.8 Tipos de conexiones**

#### **8.10.2.8.1 Conexiones analógicas**

Para conectarse desde usuarios de pequeñas empresas y hogares que emplean la conexión tradicional (analógica), es necesario que la PBX utilice una tarjeta de interfaz analógica que convierta la voz e información de señalización en forma digital nativa.

#### **8.10.2.8.2 ISDN BRI.**

Son conexiones de tipo digital empleadas actualmente en países como Alemania y Reino Unido, con líneas BRI soportando hasta dos conversaciones al mismo tiempo.

#### **8.10.3.2.8.3 T1, E1 y J1.**

Todos son estándares de conexiones telefónicas de alta capacidad, siendo T1 “troncales” o “spans” el estándar en USA, el cual permite 24 conversaciones simultáneas.

Un E1 es empleado en el resto del mundo, y pueden proveer un ligero aumento de ancho de banda sosteniendo hasta 30 llamadas simultáneas. Una troncal J1 es esencialmente la versión japonesa del estándar T1 americano.

Hay varios servicios ofertados sobre T1, E1 y J1, siendo el más popular el ISDN PRI. Los circuitos PRI son una la señalización conocida como “fuera de banda” que en retrospectiva significa que 1 de los 24 canales en T1, o 2 de los 32 canales en E1 son reservados para enviar mensajes de administración de llamadas.

Los tres estándares son también utilizados para transmisión de datos, como Internet o servicios en redes privadas usando el protocolo HDLC.

### **8.11.2.9 Asterisk**

Asterisk es una completa central telefónica PBX por software que usa licencia de software libre (GPL) y fue desarrollado por la empresa Digium, es una aplicación de código abierto es decir que cualquier persona lo puede usar, modificar y redistribuir el código libremente ya que fue diseñada para plataformas GNU/Linux.

Permite diseñar un sistema de telefonía IP con muchas funcionalidades que van de acuerdo a los requerimientos de la empresa, institución u organización que requiera un sistema de telefonía IP basado en Asterisk, admite una variedad de protocolos y codecs y soporta diferentes tarjetas analógicas y digitales de cualquier fabricante de tarjetas genéricas.

#### **8.11.12.9.1 Características principales de Asterisk**

Asterisk proporciona algunas características, funcionalidades básicas y avanzadas para un sistema de telefonía IP, algunas de las funciones básicas que se dispone con Asterisk son: transferencia, música en espera, registro de llamadas, conferencia, transferencia de

llamadas, buzón de voz por mail (Voice Mail), llamada en espera, identificador de llamadas, etc.

Entre las funciones avanzadas el más común es IVR (Respuesta Interactiva de Voz), es la gestión de llamadas con menús interactivos, permite a los usuarios interactuar con una base de datos a través de teclado del teléfono o comandos de voz, encaminamiento de llamadas por el proveedor de telefonía más económico, integración con todo tipo de aplicaciones externas, gestión y control remoto de Asterisk, base de datos, usuarios, llamadas, extensiones, proveedores.

#### **8-11.2-2.9.2 Codec**

Asterisk soporta los siguientes codecs:

- G.711
- G.723.1
- G.729
- GSM
- ILBC

♦

#### **8-11.3-2.9.3 Protocolos**

Los protocolos de señalización de telefonía IP, que Asterisk soporta son los siguientes:

- IAX
- H.323
- SIP
- MGCP

- [\\_SCCP](#)



#### **[8.11.42.9.4](#) Ventajas de Asterisk**

Asterisk es una solución de telefonía IP que se implementa ampliamente alrededor del mundo por muchas ventajas que provee, algunas de las ventajas son:

- Asterisk es un software gratuito y el código fuente puede ser modificado o mejorado por cualquier persona, y se la puede descargar desde el internet las diferentes versiones y actualizaciones del software.
- Existe una variedad de softphones que son gratuitos y también se los puede descargar del internet, se puede conseguir teléfonos IP físicos a precios cómodos que son compatibles con Asterisk, aunque esto depende mucho del tipo de protocolo que se esté utilizando en el sistema de telefonía IP. Incluso es posible conectar teléfonos analógicos a la central mediante un adaptador ATA.
- Asterisk trabaja con cualquier tarjeta de telefonía compatible no necesariamente las creadas por Digium.
- No es necesario tener un conmutador PBX físico en la oficina, esto representa ahorro de energía y espacio.
- Ahorro de consumo en llamadas entre oficinas, sucursales y de larga distancia ya que se puede utilizar una infraestructura de la red ya establecida y el internet para comunicaciones a larga distancia.
- [Asterisk](#) dispone de todas las funcionalidades de un sistema de telefonía que proporciona las centrales de telefonía IP propietarias como: Cisco, Avaya, Alcatel, Siemens, etc.

### **8.12.2.10 Cisco Unified Communications Manager “CUCM”**

El Cisco Unified Communications Manager es un software para el procesamiento de llamadas, servicios y aplicaciones para un completo sistema de telefonía IP desarrollado por Cisco Systems. En un sistema Cisco Unified Communications Manager se configuran las extensiones, su comportamiento y los permisos de llamada de cada usuario. Además de las características tradicionales de telefonía, proporciona capacidades avanzadas, como: vídeo, mensajería unificada, servicios de conferencia, sistemas interactivos de respuesta multimedia, etc. En un sistema de telefonía IP de clase empresarial se puede tener un sistema de procesamiento de hasta 40.000 usuarios. (Finke & Hartmann, 2012, pág. 1-2)

Entre las funciones principales están:

- Procesamiento de llamadas.
- Señalización y control de dispositivos.
- Administración del Dial Plan.
- Administración de las funciones del teléfono.
- Directorio de servicios.
- Cisco Unified IP Interactive Voice Response (IP IVR), para respuestas de voz interactivas.

#### **8.12.1-2.10.1 Funciones de un CUCM**

El CUCM provee características y funciones de telefonía empresarial a los dispositivos de red dentro de un sistema de telefonía IP. Estos dispositivos de red incluyen: teléfonos IP Cisco, dispositivos y aplicaciones multimedia, gateway VoIP, datos, voz y video,

mensajería convergente, conferencias multimedia, call center con sistemas interactivos de respuesta multimedia.

#### **8-12-2-2.10.2 Características del Cisco Unified Communications Manager**

Algunas de las características del Cisco Unified Communications Manager son:

- Desvío incondicional, si no contesta, si está ocupado.
- Llamada en espera.
- Aparcamiento de llamadas.
- Transferencias y conferencias.
- Música en espera.
- Bloqueos de llamada.
- Operadora automática.
- Monitorización de líneas.
- Red única de voz y datos.
- Buzón de voz / Mensajería Integrada con correo.
- Administración del plan de marcación.
- Administración de las características de los teléfonos.
- Creación y mantenimiento del directorio telefónico.

#### **8-12-3-2.10.3 Ventajas del CUCM**

- Ampliar las capacidades de vídeo a través de una única infraestructura de comunicaciones unificadas.
- Simplificar los sistemas de voz con las comunicaciones unificadas para reducir costos.

- Mejorar la colaboración al iniciar una sesión de mensajería instantánea, iniciar una llamada telefónica, o iniciar fácilmente una llamada de videoconferencia.
- Escalable: soporta hasta 40.000 usuarios con cada grupo de Cisco Unified Communications Manager.
- Distribuible: obtener escalabilidad, redundancia y balanceo de carga.
- Un solo dispositivo de red proporciona facilidad de instalación y mantenimiento.

#### 8.12.4.2.10.4 Desventajas del CUCM

- Costos elevados de hardware y dispositivos.
- Costos altos de licenciamiento.
- Soporte únicamente de Cisco.

#### 8.13.2.11 Comparación entre Asterisk y CUCM

Una vez revisada las características, ventajas, desventajas y funcionamiento tanto de Asterisk como del CUCM, se presenta a continuación una tabla con una comparación entre ambas centrales telefónicas una basada en software libre como lo es Asterisk y otra propietaria como el Cisco Unified Communications Manager.

Características	Asterisk	CUCM
Disponibilidad	Si	Si
Sencillez	Si	Si
Movilidad	Si	Si
Video	Si	Si
Integración con aplicaciones ya desarrolladas	Si	Algunas Aplicaciones
Capacidad	Depende del hardware servidor	30000
<b>Funcionalidades</b>		
Llamada en espera	Si	Si
Conferencias	Si	Si
Transferencia de llamadas	Si	Si
Colas de llamadas	Si	Si

Call Center	Si	Si
Mensajería de voz	Si	Si
Interfaz Web	Si	Si
Caller ID	Si	Si
Estacionamiento de llamadas	Si	Si
Seguridad	Depende de la configuración	Si
Escalable	Si	Si
Plataformas soportadas	Linux-Windows-Mac	Windows

**Comentado [GVAB1]:** Convertir esta tabla en imagen para que no nos de similitud en URKUND

Tabla 1. Comparaciones entre Astersik y CUCM (Fuente: Piedra& Solórzano, 2011)

## ~~CAPÍTULO 18~~ CAPÍTULO 3

### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA IP SEDE QUITO

(CAMPUS GIRÓN, SUR Y KENNEDY)

~~18.1~~

### **18.1.1.3.1.1 CAMPUS GIRON**

El campus el Girón está compuesto por dos bloques el bloque A se encuentra ubicado en la Av. 12 de octubre 2422 y Wilson y el bloque B en la calle Isabel la Católica N23-52 y Madrid en coordenadas de referencia de latitud  $-0^{\circ} 12' 29,55''$  longitud  $-78^{\circ} 29' 16,55''$  altitud 2850m.

El modelamiento que se utilizara para el establecimiento de la línea base de la red (en una forma muy general y breve enfocada a la infraestructura de telefonía IP) es la arquitectura del modelo empresarial de Cisco (red de campus, frontera de la empresa, frontera del proveedor, módulo de sitios remotos) que permite tener una clara identificación de los roles de los equipos y la clara interacción entre los dispositivos.

### **18.1.1.3.1.1.1 INFRAESTRUCTURA EN RED DE CAMPUS**

El campus Girón tiene una infraestructura en el área funcional de red de campus con un modelo colapsado de distribución y núcleo con un equipo de Cisco Catalys 6505 con una tarjetería redundante a nivel de controladora y fuentes de poder.

Este equipo es la base fundamental de la infraestructura de la red de campus y el que se encarga de la administración del tráfico, aplicación de políticas de calidad de servicio, enrutamiento Inter Vlan y demás funcionalidades convencionales de los equipos de núcleo en la red de campus.



Figura 9. Equipo Cisco Catalys WS-C6506-E (Fuente: cisco.com)

Los equipos encargados del acceso a la red son equipos de las familias Cisco Catalyst 4507R, 3750 y 2960 que están distribuidos en los diferentes departamentos del campus y según la necesidad de generación de tráfico y características de concentración de cantidad de puertos.

Para el caso del bloque A con un rol de modelo colapsado entre distribución y acceso existe un equipo 4507R con características redundantes a nivel de controladora y fuentes de poder que es el encargado de concentrar todos los switch de acceso de este bloque con configuraciones agregación de links (EtherChannel) para garantizar el flujo de tráfico entre los switch de acceso y el núcleo de la red de campus.



Figura 10. Equipo Cisco Catalyst 4507R (Fuente: cisco.com)



Figura 11. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) Fuente: cisco.com



Figura 12. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) Fuente: cisco.com

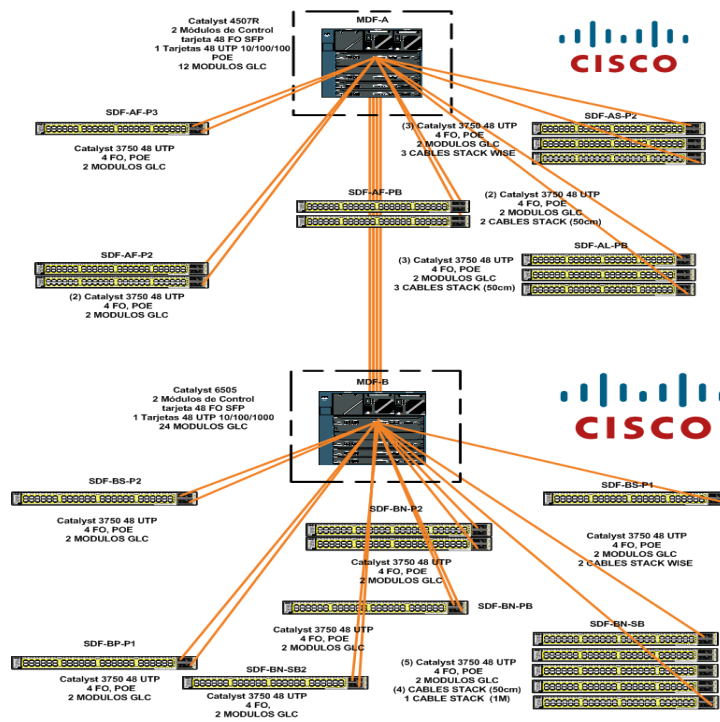


Figura 13. Diagrama de red Girón (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

Con lo referente a los servicios de telefonía que se encuentran en la infraestructura de la red de campus en el centro de datos es una versión de Cisco CUCM 9.1 que tiene una integración con otra infraestructura CUCM de la ciudad de Cuenca.

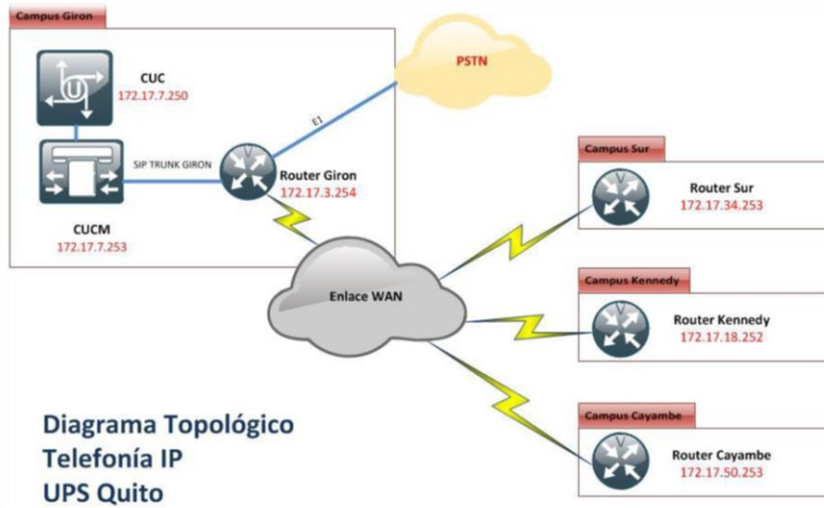


Figura 1430. Diagrama Telefonía IP sede Quito  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

La infraestructura de telefonía de Cisco 9.1 fundamenta su funcionamiento a través del protocolo de señalización MGCP con una arquitectura redundante en los CUCM en configuración de servidor Publisher y servidor Subscriber que administran los recursos redundantes y la replicación de información de la infraestructura de TIP.

En un server dedicado tenemos un server adicional con plataforma Windows Server con el servicio licenciado de Interactive Voice Response (IVR).

El gateway de voz es un equipo Cisco ISR4451-X/K9 Router potente con módulos y slots de expansión ideal para Gateway de VoIP soporte de módulos PVDM para mejorar características de compresión útiles para manejar telefonía en sitios de concentración de llamadas regionales. Esta serie diseñada para tener un control mayor sobre características de SRST hasta 336 teléfonos IP con características de expansión de interfaces de comunicación WAN.



Figura 15. Router Cisco ISR4451-X/K9 Fuente: cisco.com

Como parte del dimensionamiento inicial de recursos para la comunicación con la red pública conmutada (PSTN) en llamadas consideradas como externas a la infraestructura de la UPS y según el dato considerado de las centrales telefónicas analógicas independientes se dimensionaron la cantidad de dos E1 para abastecer la comunicación de toda la UPS sede Quito.

En el diseño inicial propuesto se destinó al campus el Girón para la concentración de las llamadas telefónicas y los demás campus (Sur, Kennedy y Cayambe) se puedan conectar a través de Gateway de voz administrados por el CUCM del campus el Girón a través de los enlaces de datos disponibles en la red nacional de la UPS.

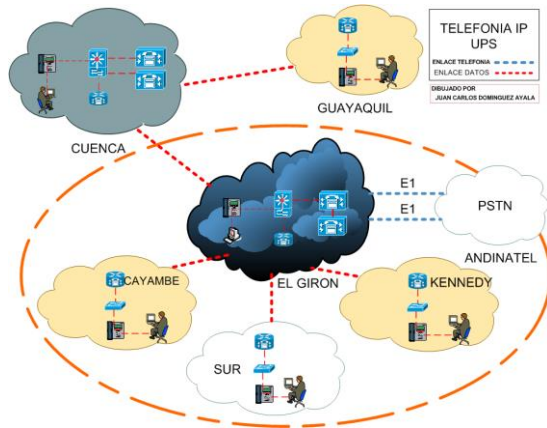


Figura 16. Diagrama de Telefonía IP UPS  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

### **18.1.1.2-3. 1. 1. 2 INFRAESTRUCTURA EN FRONTERA DE LA EMPRESA**

En la frontera de la empresa tenemos todos los componentes de la conexión de la red de campus con los recursos externos como es la salida a internet, enlaces WAN y la conexión con la PSTN.

En esta área funcional es muy importante la seguridad tanto en la conexión de internet, acceso remoto y VPN y el aseguramiento que se pueda establecer en la red WAN.

El campus el Girón tiene una infraestructura de seguridad en el área funcional de conexión a internet de un Next Generation Firewall Cisco ASA del modelo 5545, para el filtrado de contenido tenemos el servicio de Cisco Web Security Appliance WSA y para la administración del servicio de internet y la priorización de aplicaciones y garantía mínima de recursos de ancho de banda tenemos al equipo de Blue Coat PacketShaper 12000.



Figura 17. Equipo Cisco NG firewall 5545-X Fuente: Cisco.com



Figura 18. Equipo Cisco WSA Fuente: Cisco.com



Figura 19. Equipo BlueCoat 1200 Fuente: Cisco.com

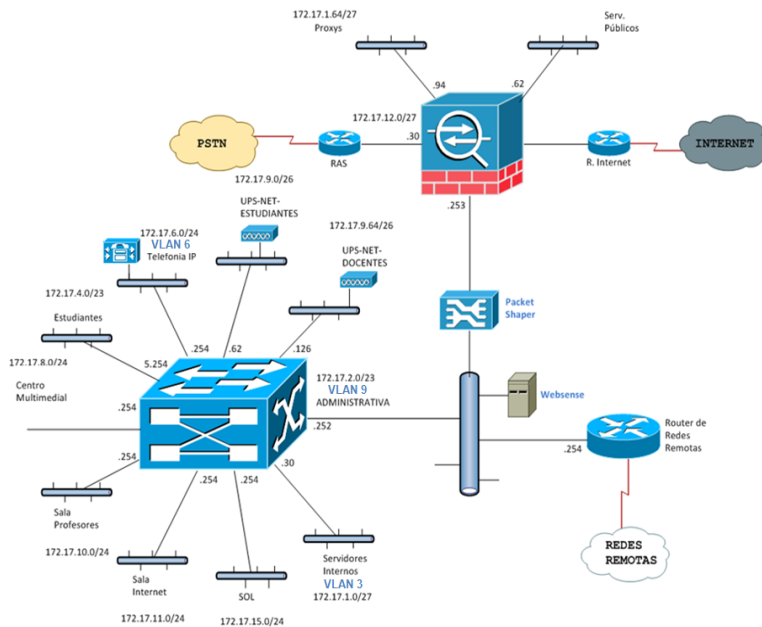


Figura 20. Diagrama Lógico de salida de Internet Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

La red tiene diferentes dominios de broadcast separadas por VLAN y especialmente dos de estas VLAN dedicadas a las aplicaciones de tiempo real de telefonía IP y de video conferencia.

En la infraestructura LAN se aplican configuraciones de calidad de servicio (QoS) según mejores prácticas y características recomendadas de Cisco para las aplicaciones de telefonía IP.

### 18.1.23.1.2 CAMPUS SUR

El campus sur está ubicado en las calles Rumichaca SN y Moran Valverde en coordenadas de referencia de latitud  $-0^{\circ} 16' 57,35''$  longitud  $-78^{\circ} 33' 2,43''$  altitud 2848m.

El modelamiento que se utilizara para el establecimiento de la línea base de la red (en una forma muy general y breve enfocada a la infraestructura de telefonía IP) es la arquitectura del modelo empresarial de Cisco (red de campus, frontera de la empresa, frontera del proveedor, módulo de sitios remotos) que permite tener una clara identificación de los roles de los equipos y la clara interacción entre los dispositivos.

A diferencia del campus el Girón en este campus no tenemos mayor infraestructura de telefonía IP.

#### **18.1.2.13.1.2.1 INFRESTRUCTURA EN RED DE CAMPUS**

El campus Sur tiene una infraestructura en el área funcional de red de campus un modelo colapsado de distribución y núcleo con un equipo de Cisco Catalyst 6505 con una tarjetería redundante a nivel de controladora y fuentes de poder. Este equipo es la base fundamental de la infraestructura de la red de campus Sur y el que se encarga de la administración del tráfico, aplicación de políticas de calidad de servicio, enrutamiento InterVlan y demás funcionalidades convencionales de los equipos de núcleo en la red de campus.



Figura 21. Equipo Cisco Catalyst 6505 Fuente: Cisco.com

Los equipos encargados de la función de acceso a la red son equipos de las familias Cisco Catalyst 3750 y 2960 y equipos antiguos de marca 3COM que están distribuidos

en los diferentes departamentos del campus y según la necesidad de generación de tráfico y características de concentración de cantidad de puertos.



Figura 22. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) (Fuente: Cisco.com)



Figura 23. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) (Fuente: Cisco.com)

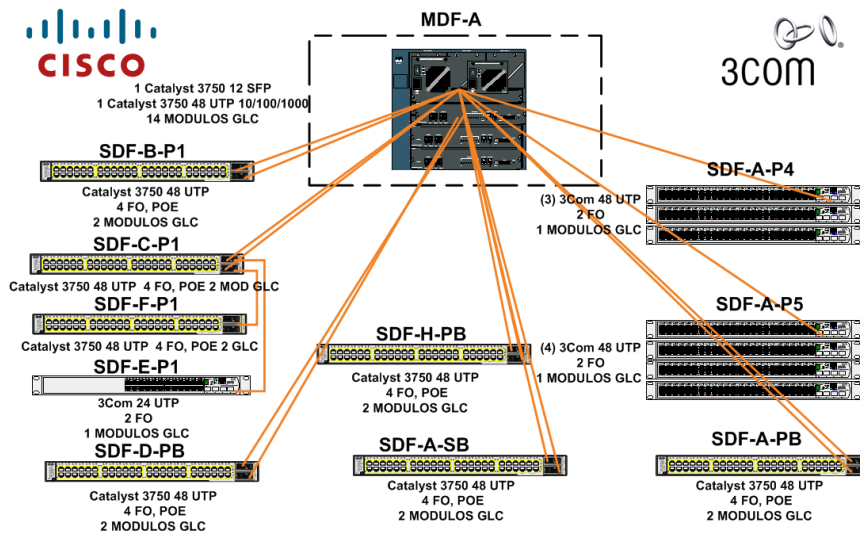


Figura 24. Diagrama red de campus Sur (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

### **18.1.2.2-3. 1. 2. 2 INFRAESTRUCTURA EN FRONTERA DE LA EMPRESA**

En la frontera de la empresa tenemos todos los componentes de la conexión de la red de campus con los recursos externos como es la salida a internet, enlaces WAN y la conexión con la PSTN.

En esta área funcional es muy importante la seguridad tanto en la conexión de internet, acceso remoto y VPN y el aseguramiento que se pueda establecer en la red WAN.

El campus Sur tiene una infraestructura de seguridad en el área funcional de conexión a internet de un NG firewall Cisco ASA del modelo 5545, para el filtrado de contenido tenemos el servicio de Cisco Web security Appliance WSA y para la administración del servicio de internet y la priorización de aplicaciones y garantía mínima de recursos de ancho de banda tenemos al equipo de Blue Coat PacketShaper 12000.



Figura 25. Equipo Cisco NG firewall 5545-X (Fuente: Cisco.com)



Figura 26. Equipo Cisco WSA (Fuente: Cisco.com)



Figura 27. Equipo BlueCoat 1200 (Fuente: Cisco.com)

La red tiene diferentes dominios de broadcast separadas por VLAN y especialmente dos de estas VLAN dedicadas a las aplicaciones de tiempo real de telefonía IP y de video conferencia.

En la infraestructura LAN se aplican configuraciones de calidad de servicio (QoS) según mejores prácticas y características recomendadas de Cisco para las aplicaciones de telefonía IP.

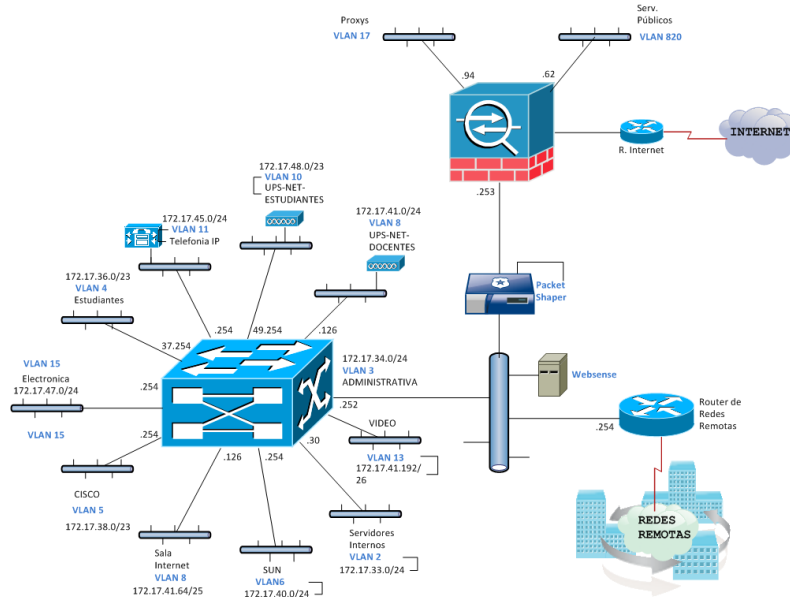


Figura 28. Diagrama lógico de la red de campus Sur Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

Para la parte de telefonía IP del campus Sur tenemos un gateway de voz que se encuentra configurado en un router Cisco ISR4331/K9, este equipo es un router potente con módulos y slots de expansión ideal para Gateway de VoIP soporte de módulos PVDM para mejorar características de compresión útiles para manejar telefonía en sitios remotos. Serie diseñada para tener un control mayor sobre características de SRST hasta 96 teléfonos que es administrado con MGCP desde el campus El Girón.



Figura 29. Equipo Cisco ISR4331/K9 (Fuente: Cisco.com)

### **18.1.3.3.1.3 CAMPUS KENNEDY**

El campus Kennedy está ubicado en la calle Rafael Bustamante SN en coordenadas referenciales de latitud  $-0^{\circ} 8'35.46''$  longitud  $-78^{\circ}28'43.65''$  altitud 2820m.

El modelamiento que se utilizara para el establecimiento de la línea base de la red (en una forma muy general y breve enfocada a la infraestructura de telefonía IP) es la arquitectura del modelo empresarial de Cisco (red de campus, frontera de la empresa, frontera del proveedor, módulo de sitios remotos) que permite tener una clara identificación de los roles de los equipos y la clara interacción entre los dispositivos.

Al igual que el campus Sur no tenemos mayor infraestructura de telefonía IP y solo tenemos un GW de voz IP.

### **18.1.3.1.3.1 INFRAESTRUCTURA EN RED DE CAMPUS**

El campus Kennedy tiene una infraestructura en el área funcional de red de campus un modelo colapsado de distribución y núcleo con un equipo de Cisco Catalyst 4507R con una tarjetería redundante a nivel de controladora y fuentes de poder.

Este equipo es la base fundamental de la infraestructura de la red de campus y el que se encarga de la administración del tráfico, aplicación de políticas de calidad de servicio, enrutamiento Inter Vlan y demás funcionalidades convencionales de los equipos de núcleo en la red de campus.



Figura 30. Equipo Cisco Catalyst 4507R (Fuente: Cisco.com)

Los equipos encargados de la función de acceso a la red son equipos de las familias Cisco Catalyst 3750 y 2960 y equipos antiguos de marca 3COM que están distribuidos en los diferentes departamentos del campus y según la necesidad de generación de tráfico y características de concentración de cantidad de puertos.



Figura 31. Equipo Cisco Catalyst 3750 (v1 y v2) (Fuente: Cisco.com)



Figura 32. Equipo Cisco Catalyst 2960 (s) (Fuente: Cisco.com)

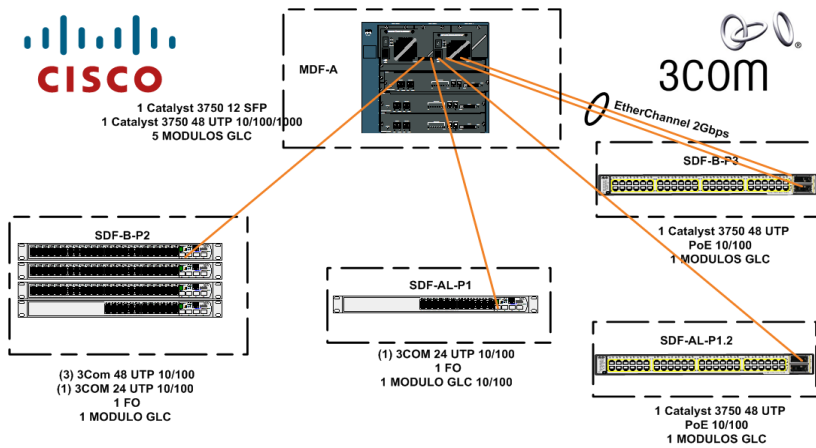


Figura 33. Diagrama de red de Campus Kennedy (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

### **18.1.3.2-3. 1.3.2 INFRAESTRUCTURA EN FRONTERA DE LA EMPRESA**

En la frontera de la empresa tenemos todos los componentes de la conexión de la red de campus con los recursos externos como es la salida a internet, enlaces WAN y la conexión con la PSTN.

En esta área funcional es muy importante la seguridad tanto en la conexión de internet, acceso remoto y VPN y el aseguramiento que se pueda establecer en la red WAN.

El campus Kennedy tiene una infraestructura de seguridad en el área funcional de conexión a internet de un NG firewall Cisco ASA del modelo 5512, para el filtrado de contenido tenemos el servicio de Cisco Web security Appliance WSA y para la administración del servicio de internet y la priorización de aplicaciones y garantía mínima de recursos de ancho de banda tenemos al equipo de Blue Coat PacketShaper 12000.



Figura 34. Equipo Cisco NG firewall 5512-X (Fuente: Cisco.com)



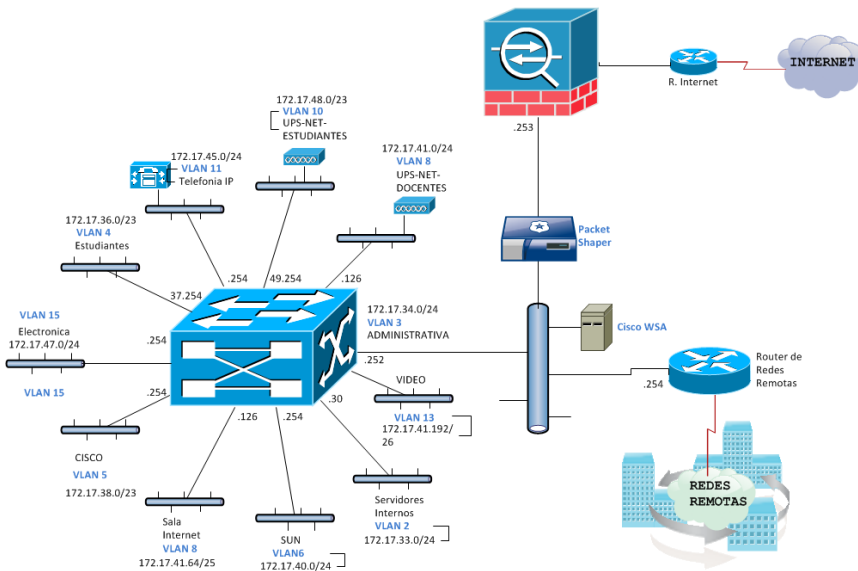
Figura 35. Equipo Cisco WSA (Fuente: Cisco.com)



Figura 36. Equipo BlueCoat 1200 (Fuente: Cisco.com)

La red tiene diferentes dominios de broadcast separados por VLAN y especialmente dos de estas VLAN dedicadas a las aplicaciones de tiempo real de telefonía IP y de video conferencia.

En la infraestructura LAN se aplican configuraciones de calidad de servicio (QoS) según mejores prácticas y características recomendadas de Cisco para las aplicaciones de telefonía IP.



Con formato: Sangría: Sangría francesa: 0,75 cm

Figura 37. Diagrama lógico red campus Kennedy (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

Para la parte de telefonía IP del campus Kennedy tenemos un gateway de voz que se encuentra configurado en un router Cisco ISR4331/K9, este equipo es un router potente con módulos y slots de expansión ideal para Gateway de VoIP soporte de módulos PVDM para mejorar características de compresión útiles para manejar telefonía en sitios remotos. Serie diseñada para tener un control mayor sobre características de SRST hasta 96 teléfonos que es administrado con MGCP desde el campus El Girón.



Figura 38. Equipo Cisco ISR4331/K9 (Fuente: Cisco.com)

### **18.2.3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE RED DE LA NUEVA EXTENSION UNIVERSITARIA.**

La Nueva Extensión Universitaria (NEU) en su estado actual de conexión presenta varios equipos de red, computadoras, impresoras y dispositivos inalámbricos utilizados por los residentes. En la actualidad la NEU está dotada de dos tipos de laboratorios instalados que dispone para hombres y mujeres y cuatro oficinas del personal administrativo en la cual el enlace actual para transmisión de datos a cada host es un segmento de VLAN extendido que se proporciona desde la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

### 18.2.13.2.1 Laboratorio de estudio Hombres

La Figura 39 indica el estado actual que se tiene en equipos dentro de la Nueva Extensión Universitaria laboratorio de hombres, las conexiones dentro del rack de 6U son: un Power Injector el cual tiene dos salidas, un Power over Ethernet (PoE) que se conecta al puerto de la antena receptora para energizarla y un puerto LAN que utiliza un cable categoría 5e blindado conectado a un Jack con el estándar 568-B directo al Patch Panel, donde finalmente con un patchcord categoría 6 se conecta desde el Jack del patch panel al puerto del Switch Cisco 2960-S en modo trunk, brindando acceso de Internet al laboratorio de hombres.



Figura 39. Rack del laboratorio de hombres de la Nueva extensión Universitaria.  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

A continuación, en la Tabla 1 se describen los equipos terminales y de red que forman parte del Acceso a Internet para el laboratorio de estudio hombres.

Equipo	Marca	Tipo	Cantidad
Equipos terminales Host	Hp	Pentium Inside Core I3	15
Rack o Gabinete de pared	Beaucoup I-1026	6UR	1
Switch	Cisco 2960-S	48 puertos/acceso	1
Patch Panel	NEXXT	48 Puertos CAT6	1

<b>Organizador</b>	Panduit	Simple Horizontal	1
<b>Puntos de Red Cajetín</b>	Leviton	Faceplate simplex	15
<b>Jacks</b>	Quest	CAT 6 568-B	15
<b>Patchcore</b>	NEXXT	CAT6 7 pies	45
<b>Power Injector</b>	Ubiquiti	PoE-24	1
<b>UPS</b>	CDP	500VA/280WATTS	1

Tabla 2. Equipos instalados en el Laboratorio de estudio de Hombres (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

### **18.2.23.2.2 Laboratorio de estudio Mujeres**

La Figura 40 indica el estado actual que se tiene en equipos dentro de la Nueva Extensión Universitaria laboratorio de Mujeres, de igual manera disponen de un rack de 6U dentro está instalado un Hub 3Com el cual se conecta desde el switch D-link del laboratorio de hombres y distribuye internet al laboratorio de mujeres, pero como se puede apreciar los cables se encuentran de forma desorganizada de una manera antiestética.



Figura 40. Rack del laboratorio de mujeres de la Nueva extensión Universitaria (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

A continuación, en la Tabla 3.2 se describen los equipos terminales y de red que forman parte del laboratorio de mujeres de la Nueva extensión Universitaria.

Equipo	Marca	Tipo	Cantidad
Equipos terminales Host	Hp	Pentium Inside Core I3	13
Rack o Gabinete de pared	Beaucoup I-1026	6UR	1
Switch	Cisco 2960	48 puertos /acceso	1
Patch Panel	NEXXT	48 Puertos CAT6	1
Organizador	Panduit	Simple Horizontal	1
Puntos de Red Cajetín	Leviton	Faceplate simplex	13
Jacks	Quest	CAT 6 568-B	13
Patchcore	NEXXT	CAT6 7 pies	41
UPS	CDP	500VA/280WATTS	1

Tabla 3. <sup>12</sup> Equipos instalados en el Laboratorio de estudio de Mujeres (Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ)

### **18.2.3.3.2.3 Infraestructura de red actual**

La conexión de red actual está dada por un enlace punto a punto (PTP) entre la Nueva Extensión Universitaria y la Universidad Politécnica Salesiana campus Sur mediante dos antenas Ubiquiti AirFiber 5x por el cual se transmite datos. El enlace comprende varias fases de conexión para establecer conectividad estas son:

- La antena estación se encuentra en la terraza del bloque A de la Universidad Politécnica Salesiana campus Sur enganchada por el enlace PTP a la antena esclava ubicada en la terraza de la Nueva Extensión Universitaria.
- Cuarto de distribución Principal (MDF): Está ubicado en el Data Center de la UPS campus Sur, en el Switch de Core se tiene asignada la vlan 22 para la red de la Nueva Extensión Universitaria y a través del puerto interface GigabitEthernet2/44 se realiza la conexión al puerto LAN del equipo transmisor Ubiquiti AirFiber 5x.
- Cuarto de distribución Intermedia (IDF): Está ubicado en el laboratorio de estudio de hombres de la Nueva Extensión Universitaria, aquí se encuentra el equipo receptor Ubiquiti AirFiber 5x que se conecta al puerto 18 del Switch Cisco de acceso. Los puertos del 1-15 del Switch Cisco 2960 están utilizados para la

conexión de cada host.

- Cuarto de distribución Secundario (SDF): Está ubicado en el laboratorio de estudio de mujeres de la Nueva Extensión Universitaria, entre los switch Cisco 2960 se establece la conexión troncal desde los puertos 48 de cada switch, el acceso a Internet se establezca en todos los puertos que estarán conectados al host de destino en el laboratorio y los hosts de las oficinas administrativas.

En la Figura 41 se observa la línea de vista que presenta el actual enlace con sus respectivas coordenadas en Estación (UPS) se tiene: Latitud: 0°16'55.57"S Longitud: 78°32'59.51"O y en Esclava (NEU) Latitud: 0°16'56.90"S Longitud: 78°33'12.99"O y una distancia de 460 metros del enlace.

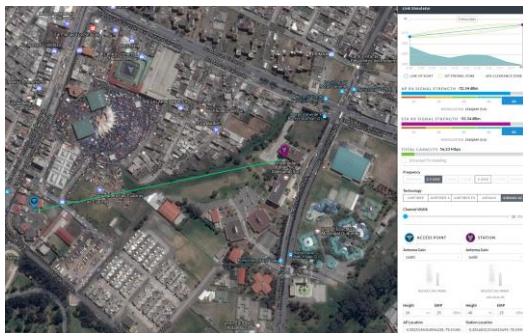


Figura 41. Enlace de Red entre UPS Campus Sur-Nueva extensión Universitaria  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

#### 18.2.4.3.2.4 Direccionamiento IP

A continuación, en la Tabla 3.4 se indica el direccionamiento IP asignado a las antenas AirFiber 5x del enlace entre la UPS Campus Sur y la Nueva Extensión Universitaria.

Antena Transmisora UPS		Antena Receptora NEU	
DIRECCION IP	172.17.129.60	DIRECCION IP	172.17.129.61
MASCARA	255.255.255.192	MASCARA	255.255.255.192

<b>GATEWAY</b>	172.17.129.62	<b>GATEWAY</b>	172.17.129.62
----------------	---------------	----------------	---------------

Tabla 3. Direccionamiento IP Antenas Ubiquiti AirFiber 5x  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

Respecto al direccionamiento IP del host de destino de la Nueva Extensión Universitaria está dada por el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) entregado por el pool DHCP creado en el Switch de Core.

A continuación, en la Tabla 3.5 se detalla el segmento que hay en la Nueva Extensión Universitaria.

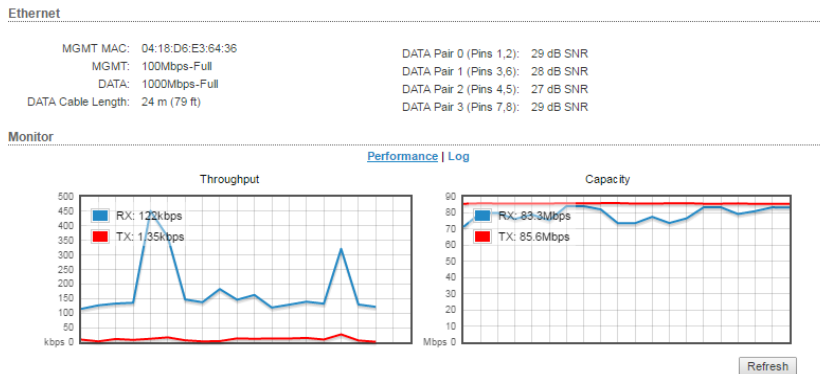
<b>VLAN</b>	<b>POOL</b>	<b>RED</b>	<b>RANGO DIRECCIONES IP</b>	<b>HOST disponibles</b>
22	NEU	172.17.129.0	172.17.129.1 - 172.17.129.62	62

Tabla 4. Direccionamiento IP asignado a la Nueva Extensión Universitaria  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

#### **18.2.5.3.2.5 Estado del enlace de red**

El estado actual del enlace realizado entre la UPS campus Sur y la Nueva extensión Universitaria lo verificamos mediante el software AirOS de Ubiquiti en el cual se determina los parámetros de configuración para establecer una conexión confiable entre las dos estaciones con un direccionamiento establecido por IP a cada antena para tener acceso.

Al acceder a la antena Station con IP 172.17.129.59 se verifica los parámetros numéricos del enlace establecido por configuración, las señales que se figuran se presentan por su estado de conexión del enlace PTP, la Figura 42 nos indica el estado del enlace.



Con formato: Justificado, Espacio Antes: 0 pto

Figura 42. Equipo Transmisor ubicado en la Nueva extensión Universitaria  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

Los datos presentan dos tipos de graficas:

- **Throughput:** Representa la velocidad con la que trabaja el puerto de conexión de la antena tanto en Transmisión y Recepción  
Transmisión: 1.35Kbps  
Recepción: 122Kbps
- **Capacity:** Muestra el uso o el tráfico con que trabaja el puerto de datos de la antena tanto en transmisión y Recepción.  
Transmisión: 85.6Mbps  
Recepción: 83.3Mbps

Al acceder a la antena Station con IP 172.17.129.60 se verifica los parámetros numéricos del enlace establecido por configuración, las señales que se figuran se presentan por su estado de conexión del enlace PTP, la Figura 43 nos indica el estado del enlace.

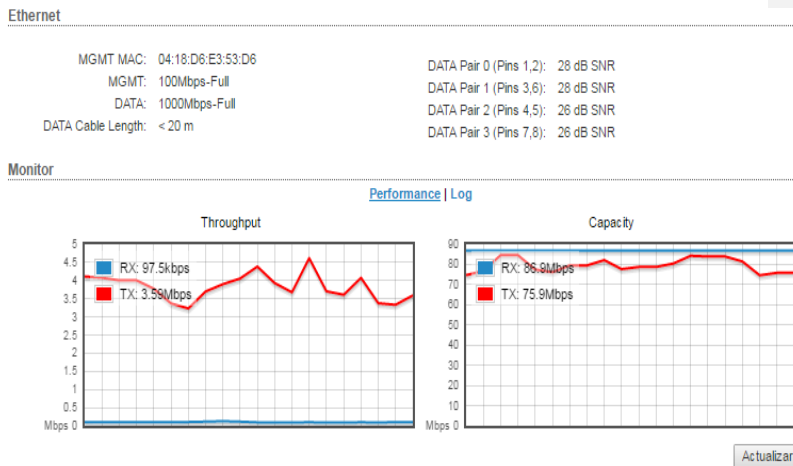


Figura 43. Equipo Transmisor ubicado en la Nueva extensión Universitaria  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

- **Throughput:** Representa la velocidad con la que trabaja el puerto de conexión de la antena tanto en Transmisión y Recepción  
 Transmisión: 3.59 Mbps  
 Recepción: 97.5Kbps
- **Capacity:** Muestra el uso o el tráfico con que trabaja el puerto de datos de la antena tanto en transmisión y Recepción.  
 Transmisión: 75.9Mbps  
 Recepción: 86.9Mbps

## CAPÍTULO 23CAPÍTULO 4

### 23.14.1 Implementacion Del Proyecto Piloto

La integración de la telefonía IP entre un sistema de telefonía ip propietario con un sistema telefonía ip libre entre la Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito y la Nueva Extension Universitaria se la realizara mediante la selección del software libre basado en Asterisk realizando un troncal con el CUCM de la UPSQ, para lo cual utilizaremos el protocolo de señalización SIP. En la Figura 44 se indica la integración del servidor Asterisk en la UPSQ para la comunicación con todos los campus, además se utilizara el CUCM para la salida de llamadas a numero locales y celulares.

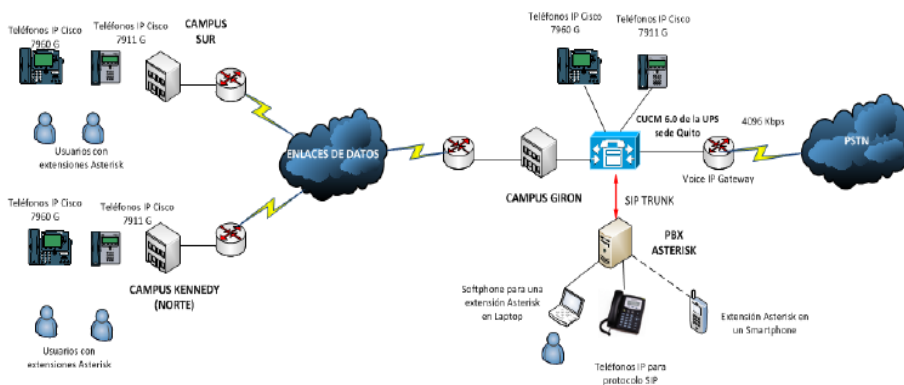


Figura 44. Diagrama del proyecto piloto entre la UPS y la Nueva extensión Universitaria  
Fuente: Departamento de Sistemas UPSQ

### 23.24.2 Eleccion de software libre para telefonía IP

Se debe elegir el software libre adecuado basado en Asterisk para la integración con el CUCM existente en la UPSQ. Existen varias opciones para telefonía IP, a continuación, se detalla los principales:

- FreePBX
- Elastix

### 23.2.14.2.1 FreePBX

Es un panel de configuración web open source para Asterisk, que fue creado hace años para poder realizar de una forma gráfica y sencilla la configuración de entradas, salidas, dialplan y funciones específicas de Asterisk de forma gráfica y que no requiriera de unos conocimientos elevados de programación de dialplan de Asterisk.

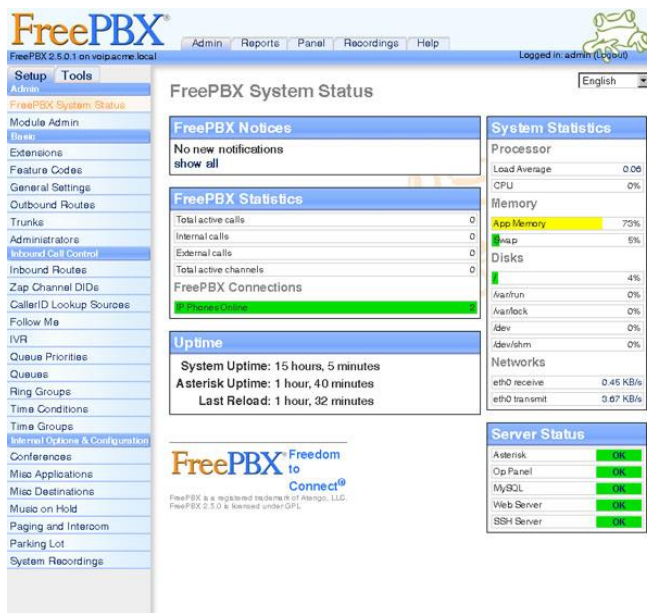


Figura 45. Interfaz Web de FreePBX (Fuente: <http://www.tpartner.net>)

### 23.2.24.2.2 Elastix

Software de código abierto para el establecimiento de comunicaciones unificadas. Pensando en este concepto, el objetivo de Elastix es el de incorporar en una única solución todos los medios y alternativas de comunicación existentes en el ámbito empresarial.

Elastix, se distribuye como una distribución Linux basada en CentOS donde se instala todo el software de comunicaciones unificadas, esto incluye, Asterisk para las

funcionalidades de Centralita, FreePBX para las funcionalidades de interfaz web de configuración web de la Asterisk, y otros programas open source para dar otro tipo de servicios como Postfix para correo electrónico, Openfire para mensajería instantánea, Hylafax/avantfax para Fax, vTigerCRM y SugarCRM como herramientas de CRM.

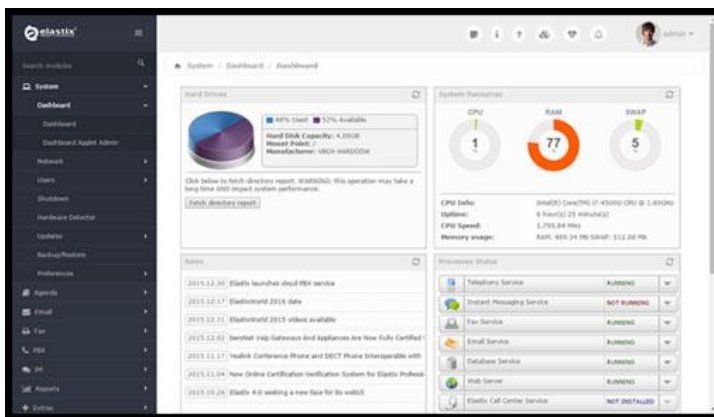


Figura 46. Interfaz Web de Elastix (Fuente: <http://www.tpartner.net>)

En la Tabla 5 se compara FreePBX y Elastix, donde se indica que las características de las dos centrales telefónicas prácticamente son las mismas.

Para el piloto de integración se escogió FreePBX por su fácil configuración e integración con el CUCM de la UPS.

Características	FreePBX	Elastix
<b>Licencia</b>	Software libre	Software libre
<b>Codecs</b>	ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC.	ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC.
<b>Protocolos</b>	IAX, IAX2, H.323, SIP, SCCP.	IAX, IAX2, H.323, SIP, SCCP.
<b>Interfaz Web</b>	Si	Si
<b>Buzón de voz y Mensajes de voz por email</b>	Si	Si
<b>Conferencias y Video llamadas</b>	Si	Si

Tabla 5. Comparacion entre FreePBX y Elastix  
Fuente: El Autor

### 23.3.4.3 Infraestructura para la Integración de FreePBX

La Universidad Politécnica Salesiana dispone de Infraestructura para realizar la instalación y configuración de FreePBX, se utilizó el servidor HP Proliant DL380 G7 Figura 47, el cual ofrece gran rendimiento debido a su gran capacidad de procesamiento y alta memoria.



Figura 47. Servidor HP DL380 G7 para la instalación de FreePBX (Fuente: El Autor)

Las características del Servidor HP tanto en Hardware como software son las siguientes:

- Marca HP modelo DL380 G7
- Nucleos de CPU 12 CPU x 2,665 GHz
- Tipo de procesador Intel Xeon CPU X5650 2.67 GHz
- Licencia de VMware xSphere 6
- Memoria Ram de 45045,73 MB
- Almacenamiento de 1,08 TB

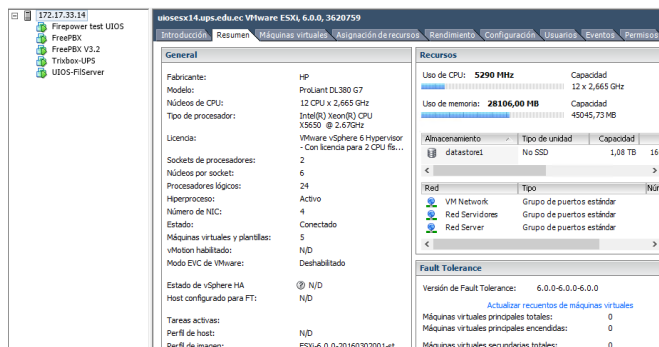


Figura 48. Características Servidor HP DL380 G7 (Fuente: El Autor)

### 23.3.14.3.1 Asignación de Máquina Virtual para FreePBX

La instalación de FreePBX se realizará en un entorno virtual, es decir, el equipo asignado tiene instalado VMware esxi 6.0 en el cual hemos configurado una maquina virtual para el software libre de telefonía.

Para acceder al entorno virtual debemos utilizar el software VMware vSphere Client e ingresar las credenciales solicitadas como ip, nombre de usuario y contraseña como se muestra en la Figura 49.

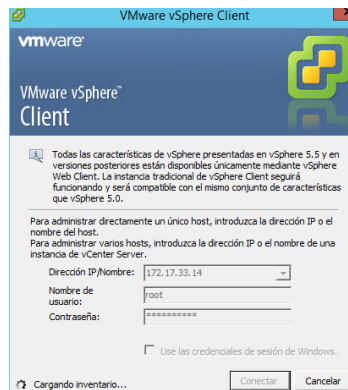


Figura 49. Acceso al entorno virtual (Fuente: El Autor)

Una vez que ingresamos al entorno virtual, se asigno una maquina virtual para la instalación de FreePBX. Las características de la maquina virtual se puede observar en la Figura 50.

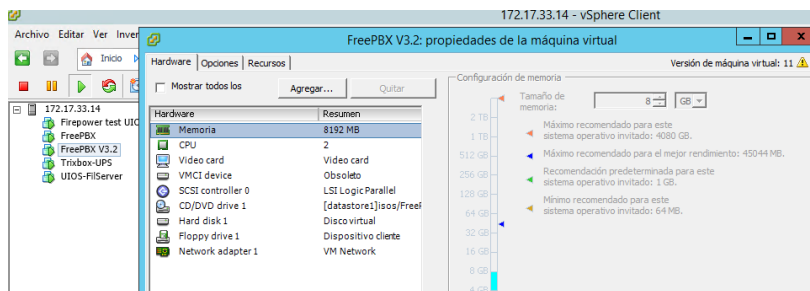


Figura 50. Características maquina virtual para FreePBX (Fuente: El Autor)

La instalación de FreePBX fue muy sencilla, se tuvo que descargar desde el sitio del fabricante <https://www.freepbx.org/downloads/> el archivo ISO, los pasos de instalación son los siguientes:

- Copiar el archivo ISO de FreePBX al datastore del servidor HP DL380 G7
- Arrancar la maquina virtual asignada desde el archivo ISO
- Seguir los pasos por defecto de instalación
- Asignar la contraseña de root (administrador)
- Asignar finalmente la dirección ip de administración Web de FreePBX

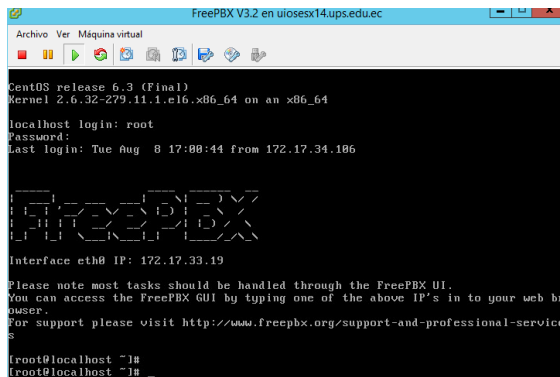


Figura 51. Instalación de FreePBX (Fuente: El Autor)

### **23.3.24.3.2 Configuraciones en el servidor FreePBX**

Para la comunicación entre la central telefónica CUCM utilizada actualmente por la Universidad Politecnica Salesiana y el servidor FreePBX se asigno el rango de extensiones 8XXX, a continuación, se indica los rangos utilizados en las Sedes de la UPS:

- 1XXX sede Cuenca
- 2XXX, 3XXX sede Quito
- 4XXX sede Guayaquil
- 8XXX para FreePBX

Una vez instalado FreePBX y asignado una IP de administración, se debe ingresar por medio de un navegador a la ip <http://172.17.33.19/admin/config.php>, luego solicitará para el acceso el usuario y contraseña creados en la instalación. La Figura 52 nos indica el acceso al sistema FreePBX.

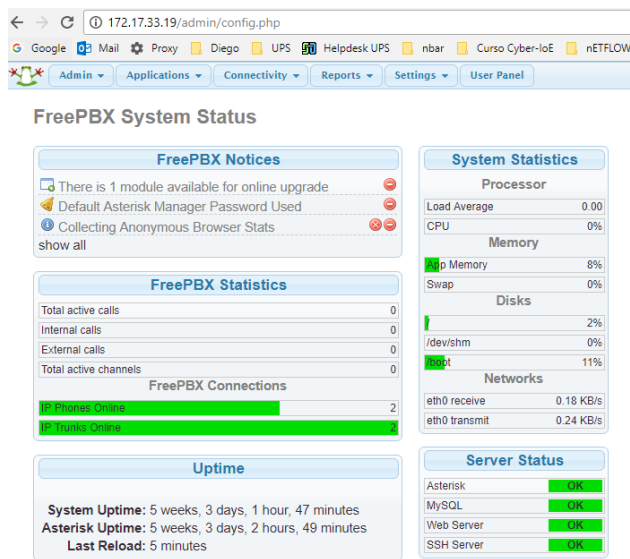


Figura 52. Pagina principal de FreePBX (Fuente: El Autor)

Para la integración y comunicación de CUCM y FreePBX es necesario realizar las siguientes configuraciones:

- Crear las extensiones necesarias en FreePBX y asignar a los usuarios de cada departamento de la Nueva extensión Universitaria basándonos en el rango asignado 8XXX.
- Crear los troncales de entrada y salida (trunk in, trunk out) en FreePBX para la comunicación con el CUCM de la UPS.
- Crear el troncal en el CUCM de comunicación con el servidor FreePBX.

### 23.3.3.4.3.3 Configuración de extensiones en FreePBX

La principal característica por la cual se escogio FreePBX es su fácil administración e integración con el CUCM, se realizaron varias instalaciones anteriores de otros softwares de telefonía IP como por ejemplo Elastix y Trixbox, pero no se integraron con facilidad con el CUCM.

Ademas existe la configuración por línea de comandos o por interfaz grafica, para esta integración se opto por configurar por medio de la parte grafica de este software. En la Figura 53 se indica como acceder a la configuración de extensiones.

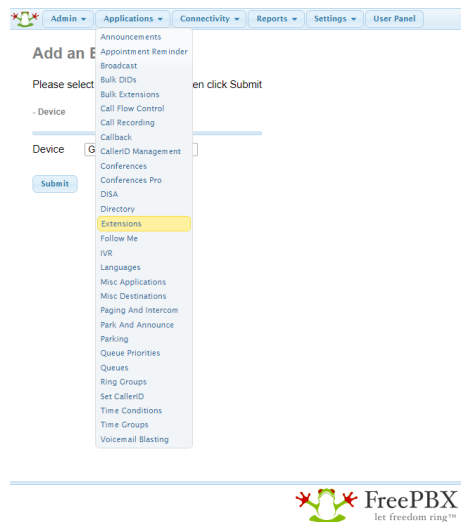


Figura 53. Configuración de extensiones en FreePBX (Fuente: El Autor)

Una vez seleccionado la opción extensiones, nos aparece otro menú donde podemos crear la extensión que necesitamos, para la integración usaremos los dispositivos SIP. En la Figura 54 nos indica como añadir una extensión SIP.

### Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

- Device

---

Device

Figura 54. Crear extensión en FreePBX (Fuente: El Autor)

Una vez que se envía a crear la extensión, hay que ingresar el número de extensión y las credenciales del usuario de cada departamento. La Figura 55 nos indica la creación de la extensión 8002 y su configuración básica.

### Extension: 8002

[Delete Extension 8002](#)  
[Add Follow Me Settings](#)

- Edit Extension

---

Display Name

CID Num Alias

SIP Alias

Figura 55. Configuración básica de extensión en FreePBX (Fuente: El Autor)

Existen varias opciones en la configuración de una extensión, para nuestra integración utilizaremos la configuración básica que viene por defecto en FreePBX, en la Figura 56 se indica las opciones básicas de configuración de una extensión.

This device uses sip technology.

secret	<input type="text" value="fr33pbx"/>
dtmfmode	<input type="text" value="RFC 2833"/>
canreinvite	<input type="text" value="No"/>
context	<input type="text" value="from-internal"/>
host	<input type="text" value="dynamic"/>
trustpid	<input type="text" value="Yes"/>
sendrpid	<input type="text" value="No"/>
type	<input type="text" value="friend"/>
nat	<input type="text" value="No - RFC3581"/>
port	<input type="text" value="5060"/>
qualify	<input type="text" value="yes"/>
qualifyfreq	<input type="text" value="60"/>
transport	<input type="text" value="UDP Only"/>
encryption	<input type="text" value="No"/>
callgroup	<input type="text"/>
pickupgroup	<input type="text"/>
disallow	<input type="text"/>
allow	<input type="text"/>
dial	<input type="text" value="SIP/8002"/>
accountcode	<input type="text"/>
mailbox	<input type="text" value="8002@device"/>

Figura 56. Configuración básica de extensión en FreePBX (Fuente: El Autor)

En resumen, se debe configurar los siguientes parámetros básicos para un correcto funcionamiento al integrar con el CUCM, en la Tabla 6 nos indica la configuración básica de una extensión en FreePBX.

Opciones de extension	Descripcion
<b>Extensión de usuario</b>	Número de extensión para marcar para llegar a este usuario
<b>Nombre para mostrar</b>	El nombre del identificador de llamadas salientes de esta extensión; Introduzca sólo el nombre, no el número
<b>Contraseña secreta</b>	Contraseña (secreta) configurado para la extensión del dispositivo; debe ser alfanumérico con al menos 2 letras y números para que sea seguro
<b>No permitir</b>	Lista de codecs con discapacidad. Establecer esto a todos para quitar todos los codecs definidos en la configuración general.
<b>Permiten</b>	Lista de codecs habilitados. Establezca el valor en una lista de códecs separados por el carácter '&', en el orden de precedencia. Establece este campo en ulaw & alaw & g722

Tabla 6. Configuración Básica de una extensión FreePBX  
Fuente: El Autor

### **23.3.4.4.3.4 Configuración de troncal SIP en FreePBX**

La configuración del troncal Sip entre FreePBX y el CUCM se realizó en forma gráfica para no complicar su integración.

A continuación, se resume los pasos para una correcta configuración e integración de una troncal SIP en FreePBX:

- Configuración Troncal SIP
- Configuración de Rutas Salientes (Outbound Routes)

#### **23.3.4.2-4.3.4.1 Configuración Troncal SIP**

Para conectar la central FreePBX mediante SIP con la Central Telefónica CUCM, se debe crear/configurar una Troncal.

Para crear ingresamos al menú **Connectivity/Trunks** y seleccionamos la opción **Add SIP Trunk** como nos indica la Figura 57.





Figura 57. Añadir troncal en FreePBX (Fuente: El Autor)

La configuración básica de la troncal en FreePBX es asignar un nombre mediante el cual se identifique con que otra central telefónica se esta realizando la conexión trunk, en la Figura 58 se indica la configuración básica trunk.

### Edit SIP Trunk

 Delete Trunk TrunkCisco1

In use by 1 route  Used as Destination by 1 Object 

#### General Settings








Trunk Name 	<input type="text" value="TrunkCisco1"/>
Outbound CallerID 	<input type="text"/>
CID Options 	<input type="text" value="Allow Any CID"/>
Maximum Channels 	<input type="text"/>
Asterisk Trunk Dial Options 	<input type="text" value="Tt"/> <input type="checkbox"/> Override
Continue if Busy 	<input type="checkbox"/> Check to always try next trunk
Disable Trunk 	<input type="checkbox"/> Disable

Figura 58. Configuración troncal en FreePBX (Fuente: El Autor)

En la misma configuración de la troncal existen mas parámetros que se deben ingresar para el correcto funcionamiento e integración con el CUCM, en la Figura 59 y Figura 60 se describen los parámetros de configuración.

**Outgoing Settings**

Trunk Name:

PEER Details:

```

type=friend
qualify=yes
permit=172.17.7.253
nat=no
insecure=very
host=172.17.7.253
dtmfmode=rfc2833
disallow=all
context=from-trunk
canreinvite=no
allow=ulaw&alaw

```

**Incoming Settings**

USER Context:

USER Details:

```

type=user
permit=172.17.7.253
host=172.17.7.253
disallow=all
context=from-trunk
allow=ulaw&alaw

```

Figura 59. Parámetros de la troncal en FreePBX con CUCM (Fuente: El Autor)

Parámetro	Descripción
type	Con "friend" se puede realizar y recibir llamadas del servidor.
insecure	En esta opción configurada con "very" se especifica que no exista autenticación de usuario/password para comunicarse en el trunk.
host	En esta opción se configura la dirección IP del Call Manager con el cual se requiera conectar el servidor FreePBX (dirección IP del CUCM de la UPSQ).
permit	Se configura la dirección IP del Call Manager con el que se requiera conectar y así permitir la conexión con este dispositivo (dirección IP del CUCM de la UPSQ).
disallow	Deshabilita todos los codecs que por defecto se encuentran permitidos.
allow	En esta opción se activan los codecs por separado. Para esta troncal se activaron dos codecs, ulaw y alaw.
context	Contexto donde entrarán las llamadas generadas es una agrupación lógica de las extensiones el usuario solo podrá marcar a las extensiones incluidas en su contexto en este caso se usó el contexto internas.
dtmfmode	Esta opción se especifica la señalización requerida entre ambas centralitas, en este caso se configuró RFC2833.
nat	Con "no" se desactiva el nat ya que no se requiere un nat para llegar de un lado a otro del enlace troncal.
canreinvite	Con "no" se fuerza a FreePBX a no permitir que los puntos finales intercambien mensajes RTP directamente.
qualify	Con "yes" permite el monitoreo de la latencia en el enlace troncal

Figura 60. Descripción de los Parámetros de la troncal entre FreePBX con CUCM (Fuente: El Autor)



Figura 61. Configuración de Rutas Salientes entre FreePBX con CUCM  
(Fuente: El Autor)

### 23.3.5.4.3.5 Configuración Troncal en el CUCM

Luego de realizar las configuraciones en la central telefónica libre FreePBX se debe realizar el procedimiento similar en el CUCM, es decir, se debe crear la troncal en el CUCM para que se pueda comunicar con la central telefónica FreePBX.

Para crear una nueva troncal en el CUCM se debe ir a **Device/Trunk** y añadir, luego se debe configurar los parámetros que en la Figura 62 se describen:

Campo	Descripción
<b>Device Name</b>	Se asigna un nombre al trunk.
<b>Description</b>	Una descripción del trunk para poder identificarlo mejor.
<b>Device Pool</b>	Se selecciona el Device Pool apropiado para el trunk.
<b>Call Classification</b>	Este parámetro determina si una llamada entrante a través del trunk se considera fuera de la red (OffNet) o dentro de la red (OnNet). Para este caso se seleccionó OnNet ya que se realiza llamadas a través del trunk por la red interna.
<b>Media Termination Point Required</b>	Se selecciona esta casilla para activar esta opción que permite al CUCM extender los servicios complementarios, como: transferencia de llamadas, llamada en espera, conferencia; A las llamadas enrutadas a través de esta troncal SIP.
<b>Calling Search Space</b>	Se seleccionó la opción "CSS-internas" para que no existan restricciones para las extensiones de FreePBX.
<b>Destination Address</b>	En esta sección se coloca la dirección IP del servidor Asterisk. Para este proyecto es la 172.17.33.19.
<b>MTP Preferred Originating Codec</b>	Se escogió el codec G711ulaw.
<b>SIP Trunk Security Profile</b>	Con la opción "Non Secure SIP Trunk Profile" no va a existir ningún tipo de autenticación.

Figura 62. Descripción de los parámetros de la troncal CUCM  
(Fuente: El Autor)

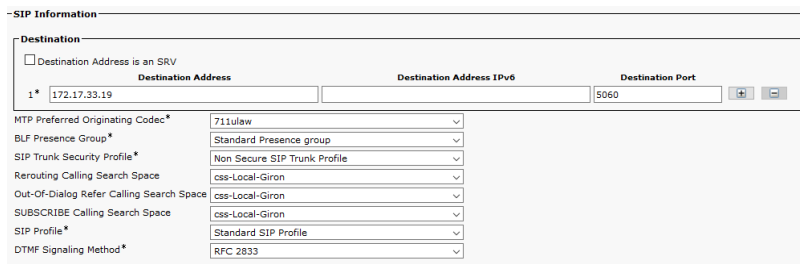


Figura 63. Configuración troncal del CUCM  
(Fuente: El Autor)

La configuración del troncal entre el CUCM y FreePBX de la UPSQ se puede observar las Figuras 63 y 64, donde nos pide un nombre para identificar la comunicación entre las dos centrales telefónicas, de todos los parámetros ingresados lo indispensable es ingresar el códec, la ip de destino y el puerto de comunicación.

Device Information	
Product:	SIP Trunk
Device Protocol:	SIP
Trunk Service Type	None(Default)
Device Name*	TrunkAsterisk
Description	TrunkAsterisk
Device Pool*	DP-Giron
Common Device Configuration	< None >
Call Classification*	OnNet
Media Resource Group List	< None >
Location*	Loc-Quito-Giron
AAR Group	< None >
Tunneled Protocol*	None
QSIG Variant*	No Changes
ASN.1 ROSE OID Encoding*	No Changes
Packet Capture Mode*	None
Packet Capture Duration	0
<input checked="" type="checkbox"/> Media Termination Point Required	

Figura 64. Configuración troncal del CUCM. (Fuente: El Autor)

#### **23.3.64.3.6 Configuración de Route Patterns**

Para identificar las extensiones utilizadas en FreePBX (8XXX) al momento de comunicarse con las extensiones del CUCM se debe configurar el route patterns, en la Figura 65 se indica la configuración realizada en le route patterns del CUCM de la UPS y en la Figura 66 se realiza una breve descripción de los parámetros utilizados.

The screenshot shows the 'Route Pattern Configuration' page. At the top, there are icons for Save, Delete, Copy, and Add New. Below that, the status is 'Ready'. The main section is 'Pattern Definition' with the following fields and values:

- Route Pattern\*: 8XXX
- Route Partition: Asterisk
- Description: Llamadas ext asterisk
- Numbering Plan: -- Not Selected --
- Route Filter: < None >
- MLPP Precedence\*: Default
- Apply Call Blocking Percentage:
- Resource Priority Namespace Network Domain: < None >
- Route Class\*: Voice
- Gateway/Route List\*: TrunkAsterisk (with an 'Edit' link)
- Route Option:  Route this pattern,  Block this pattern (No Error)
- Call Classification\*: OnNet

At the bottom, there are several checkboxes: Allow Device Override, Provide Outside Dial Tone, Allow Overlap Sending, Urgent Priority, Require Forced Authorization Code, Authorization Level\* (0), and Require Client Matter Code.

Figura 65. Configuración Route Pattern del CUCM. (Fuente: El Autor)

Campo	Descripción
<b>Route pattern</b>	En este campo se ingresa el patrón de llamada \$XXX que pertenecen al rango de extensiones FreePBX.
<b>Route Partition</b>	En este campo se selecciona la partición "internas" esta partición permite que todas las extensiones asociadas al CUCM del UPSQ puedan marcar este patrón \$XXX sin restricción.
<b>Description</b>	Se proporciona la descripción, en este caso "Llamadas a extensiones FreePBX", para este Route Pattern.
<b>Gateway/ Route List</b>	En este campo se selecciona el gateway o servidor al cual se enviarán las llamadas.
<b>Call Classification</b>	Se seleccionó la opción "OnNet" ya que estas llamadas serán dentro de una red interna.

Figura 66. Descripción de los parámetros del Route Pattern del CUCM. (Fuente: El Autor)

#### 23.4.4.4 Configuración de teléfonos IP en FreePBX

Se realizó las pruebas de comunicación entre la central telefónica CUCM y FreePBX con los teléfonos IP de marca Grandstream modelo GXP1405



Figura 67. Equipo Grandstream GXP1405. (Fuente:

Se debe habilitar la opción DHCP en el teléfono IP grandstream para que automáticamente la red le entregue una IP, podemos revisar en el estado del dispositivo que dirección IP fue entregado, la Figura 68 nos indica el acceso al teléfono IP por medio de la interfaz Web.



Figura 68. Interfaz Web del equipo Grandstream GXP1405. (Fuente: El Autor)

Por defecto viene como clave de acceso **admin**, una vez que se accede a la configuración del teléfono IP se debe configurar la cuenta del usuario que va a utilizar el dispositivo.

Los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento y registro en el servidor de telefonía FreePBX son los siguientes:

- Nombre de la cuenta (Secretaria NEU).
- Servidor SIP (172.17.33.19).
- ID del Usuario SIP (8002).
- Authenticate ID (8002).
- Authenticate Password (8002).

En la Figura 69 observamos la configuración realizada al dispositivo grandstream GPX1405.

Figura 69. Configuración de cuenta del equipo Grandstream GXP1405. (Fuente: El Autor)

Podemos verificar el correcto registro del teléfono IP en la central telefónica FreePBX, ingresando al servidor 172.17.33.19 por medio del protocolo ssh, con los comandos siguientes:

- [root@localhost ~]# asterisk -r
- localhost\*CLI> sip show peers

En la Figura 70 se observa el registro de los teléfonos grandstream utilizados para las pruebas de comunicación con el CUCM de la UPS.

```
FreePBX 33.19
[root@localhost ~]# asterisk -r
Asterisk 10.12.2, Copyright (C) 1999 - 2012 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 10.12.2 currently running on localhost (pid = 1773)
Verbosity is at least 3
localhost*CLI> sip show peers
name/username      Host                Dyn Forcerport ACL Port  Status      Description
3002/8002           172.17.34.92        D           A 5060  OK (12 ms)
3003/8003           172.17.34.90        D           A 5060  OK (13 ms)
3004                (unspecified)      D           A 0     UNKNOWN
frunkcisco-out1    172.17.7.253        A           A 5060  OK (3 ms)
frunkcisco-out2    172.17.7.252        A           A 5060  OK (3 ms)
3 sip peers [Monitored: 4 online, 1 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
localhost*CLI>
```

Figura 70. Registro de teléfonos IP Grandstream GXP1405 en FreePBX.  
(Fuente: El Autor)

## ~~CAPÍTULO 24~~ CAPÍTULO 5

### 24.1.5.1 ANÁLISIS DE TRÁFICO DE TELEFONÍA IP.

Para este análisis se tomaron los datos de las facturas de CNT correspondiente al consumo mayor del tiempo de análisis que fue el mes de julio de 2017.

Los datos de llamadas fueron escogidas del sistema de tarificación SACET propietario de la UPSQ para obtener los valores de llamadas salientes de la infraestructura de TIP.

Utilizamos [para el efecto](#) las fórmulas ~~para los~~ Erlang B y C.

Se analizaron un total de 53000 llamadas entrantes y salientes. Los resultados muestran que el día 21 de julio del 2017 de 9am a 10 pm se realizaron 582 llamadas siendo la hora con mayor número de llamadas. El promedio más alto de la duración de llamadas se realizó el día 10 de julio del 2017 con un total de llamadas de 2112 y un total de segundos [de](#) 168578 dando como promedio 79,82 segundos.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Total llamadas	979:38:26
Max llamadas	582
Max duración	79,8191288
Erlang C	20
Erlang B	26

Tabla 7 Calculo Erlang B y C. (Fuente: El Autor)

La UPS sede Quito tiene la capacidad instalada de 2 E1 que nos dan la posibilidad de tener 60 llamadas concurrentes.

El resultado del análisis realizado en el mes con un mayor volumen de llamadas fue el mes de julio de 2016 y obtuvimos los resultados con **Erlang B de 26 canales** y con un porcentaje de 1s de delay el cálculo de Erlang **C de 20 canales**.

De este resultado comparándolos con los 60 canales disponibles y comparándolos con Erlang B podemos tener indicadores de que tenemos un **230% (34 canales)** de **sobredimensión** de recursos.

Comparando los datos [c](#)Con Erlang C encontramos que la **sobredimensión sería de 300% (40 canales)**

La sobredimensión pudo haber sido producida en la etapa inicial de dimensionamiento donde todos los campus trabajaban de forma independientemente sin conexión entre estos y con centrales analógicas, considerando el volumen de llamadas entre campus y especialmente hacia y desde el campus Girón donde se encuentran todas las jefaturas y departamentos administrativos principales afirmamos que el tráfico de llamadas eran todas conectadas a través de la PSTN aumentando la demanda de canales para la disponibilidad de las llamadas.

En el sistema actual de IPT todo este volumen de llamadas se convirtió en internas reduciendo la demanda hacia la conexión con la PSTN.

#### **24.2.5.2 PROPUESTA DE PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CANALES EXISTENTES DE IPT**

Para optimizar la infraestructura de canales actual sobredimensionados proponemos diseñar la integración de la infraestructura actual IPT y de su IVR a brindar servicios complementarios como:

##### **24.2.1-5.2.1 CONSULTAS DE NOTAS POR LA INFRAESTRUCTURA DE IPT.**

El IVR deberá ser configurado para integrarse con el sistema nacional académico (SNA) y permitir la consulta de calificaciones a través de una llamada telefónica.

#### **24.2.2.5.2.2 CONSULTAS DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS**

##### **PENDIENTES POR LA INFRAESTRUCTURA DE IPT.**

El IVR deberá ser configurado para la integración de consultas de estados de trámites administrativos y académicos permitiendo la consulta de su estado a través de una llamada telefónica.

#### **24.2.3.5.2.3 MATRÍCULAS Y ADICIÓN DE CRÉDITOS POR LA**

##### **INFRAESTRUCTURA DE IPT.**

El IVR deberá ser integrado con el SNA para que estudiantes que no tengan problemas académicos ni restricción académica de concatenación de mallas puedan realizar su matrícula a través de una llamada telefónica.

Todos estos servicios son posibles de implementar y ayudarían a minimizar el tiempo de ejecución de estos trámites a los estudiantes y reducir trabajo administrativo a las diferentes secretarías de la UPS.

#### **24.3.5.3 ANÁLISIS DE LICENCIAMIENTO DE TELEFONÍA IP DE LA UPS SEDE QUITO.**

En el año 2007 fue implementada la solución de VoIP en la Universidad Politécnica Salesiana, desde entonces año a año se han implementado teléfonos cisco de varios modelos. En el año 2013 se sumaron 100 licencias a las 426 licencias con que inicio la UPS y se actualizó el CUCM a la versión 9.1.

Con los historiales de compras desde el año 2007 hasta agosto del 2017 se realizó una tendencia de crecimiento para los años del 2015 al 2019. Los resultados se presentan en la siguiente tabla 8.

<b>AÑO</b>	<b>Telefonos x año</b>	<b>Total telefonos</b>	<b>Total licencias</b>
2007	34	34	426
2008	29	63	363
2009	64	127	299
2010	59	186	240
2011	65	251	175
2012	67	318	108
2013	55	373	153
2014	30	403	123
2015	57	460	66
2016	58	518	8
2017	59	577	-51
2018	61	638	-112
2019	62	700	-174

Tabla 8 Cálculos y proyecciones de licencias y teléfonos IP.  
(Fuente: El Autor)

Para el año 2019 el déficit de licenciamiento y teléfonos cisco es de 174 lo que significa una inversión total de \$49072,1. Si se realiza con software libre como FreePBX la inversión hasta el 2019 sería de \$29183 generando un ahorro de \$19889,1.

La Tabla 9 muestra un resumen de la inversión durante los últimos 5 años, desde el 2015 al 2019.

<b>CISCO</b>	<b>Valor</b>	<b>ASTERISK</b>	<b>Valor</b>
Déficit de licencias	174	Valor TIP GXP 1405	81
Valor de licencias	120,7	Server	2034
Promedio valor teléfono	161,4	Implementación y otros	500
<b>Total CISCO</b>	<b>49072,1</b>	<b>Total ASTERISK</b>	<b>29183</b>

Tabla 9 Resumen de la inversión. (Fuente: El Autor)

La Figura 71 muestra el crecimiento de la demanda y declinación de la oferta desde el año 2007 al año 2019.

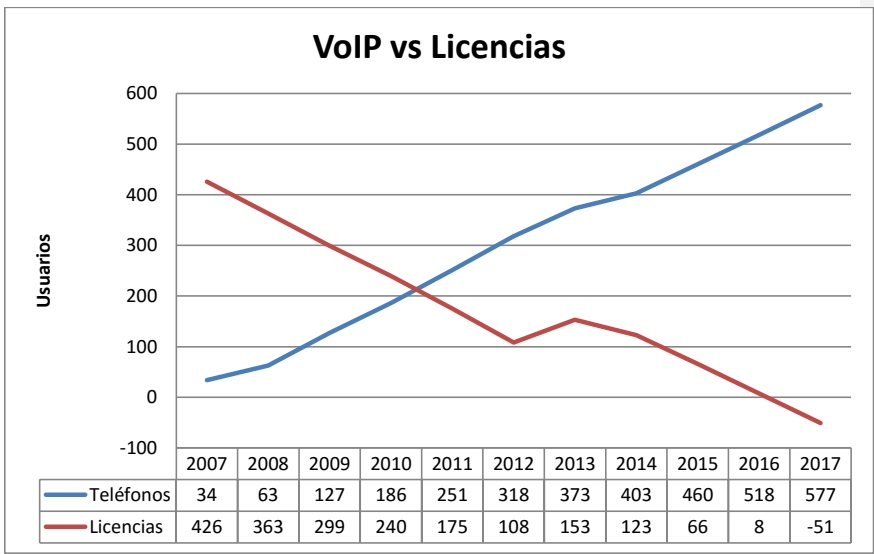


Figura 71. VoIP vs Licencias. (Fuente: El Autor)

## ~~CAPÍTULO 25~~ CAPÍTULO 6

### 25.1-6.1 CONCLUSIONES

~~Encontramos que~~ La infraestructura tecnológica en las áreas funcionales correspondientes a la red de campus y frontera de la empresa de la UPS tiene un modelo adecuado y responde a las necesidades de los servicios que se requieren en aplicaciones de tiempo real como TIP, Video Conferencia, etc., permitiendo garantizar la disponibilidad de todos los servicios y la seguridad de toda la infraestructura.

El cableado estructurado se encuentra en óptimas condiciones y permite el trabajo de todas las aplicaciones y servicios requeridos en los cuartos de distribución de cableado como en los centros de datos de cada campus.

Se han identificado posibles tareas a ejecutar para la optimización del sistema de telefonía IP de la UPS y aprovechar los recursos existentes al servicio de la comunidad universitaria.

Del análisis de tráfico se concluye que existe un sobredimensionamiento superior al 200% en los canales disponibles para llamadas telefónicas

Si el piloto de integración de la infraestructura Cisco CUCM 9.x resulta exitoso obtendremos un gran beneficio en el ahorro de licenciamiento, modelos de teléfonos IP y la implementación de nuevos servicios como voice mail que es un servicio que brindará un valor agregado a la solución combinada de software libre y Cisco CUCM.

En el análisis de inversión de las propuestas nos brindó buenos resultados financieros mostrando que los proyectos tienen un alto valor de viabilidad y de pronta recuperación de inversión.

### **25-2-6.2 RECOMENDACIONES**

A nivel de centros de datos es importante iniciar planificaciones de equipamiento de aire acondicionado de precisión redundante que es la única observación encontrada en la UPS a nivel de infraestructura.

Y se debe iniciar la migración de los enlaces E1 a troncales SIP que ayudarían a recuperar los 4 canales usados por los E1 en su infraestructura (señalización) y la posibilidad de mejorar la integración sin necesidad de la infraestructura que se requieren en los E1.

### 25.3.6.3 REFERENCIAS

- [1] D. R. Rivera, "Introducción a los modelos de," pp. 41–48.
- [2] VoIP Soluciones (2013). Gateway GXW-4108 (8 FXO / WAN / LAN / Video, Recuperado el 08 enero de 2013, de: [http://voipsoluciones.com.ar/ds\\_product\\_info.php?cPath=36&products\\_id=77](http://voipsoluciones.com.ar/ds_product_info.php?cPath=36&products_id=77)
- [3] Piedad, M., & Solorzano, L. (marzo de 2013). Tesis de titulación pregrado: Análisis comparativo entre alternativas libres y propietarias para la migración de telefonía tradicional a Telefonía IP, evaluación de las soluciones propuestas basada en la aplicación de un modelo ROI orientado a una pequeña y mediana institución financiera e implementación de un proyecto piloto en la Cooperativa COOPEARA LTDA. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/994>.
- [4] Gómez, J., & Gil, F. (2008). VoIP y Asterisk Redescubriendo la telefonía (Primera ed.). México: Alfaomega Grupo Editor. Pág. 17-95.
- [5] Gerometta, O. (Abril de 2009). Método simplificado para el cálculo de ancho de banda para VoIP. Recuperado el 13 marzo de 2013, de <http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/metodo-simplificado-para-el-calculode.html>.
- [6] Finke, J., & Hartmann, D. (2012). Implementing Cisco Unified Communications Manager, Part 1 (CIPT1) Foundation Learning Guide. Indianápolis, Estados Unidos: Cisco Press. Pág. 1-25.
- [7] España M. (2003). Servicios avanzados de telecomunicación (Primera ed.). Madrid, España: Díaz de Santos, S.A. Pág. 370-372.
- [8] Emmerson, B. (s.f.). Convergence: The Business Case for IP Telephony. Recuperado el 2012 de Octubre de 29, de Convergence: the Business Case for IP Telephony: <http://www.cisco.com/asiapac/ipc/files/wp/bcipt.pdf>.
- [9] Crece Negocios. (2013). El VAN y el TIR. Recuperado el 20 de abril de 2013, de <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>.
- [10] Chicaiza, O., & Dominguez, J. (diciembre de 2008). Tesis de titulación pregrado: Análisis y diseño técnico económico de la red de interconexión de las redes en los campus Girón, Sur, Kennedy y Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Recuperado el 23 de noviembre de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1685?mode=full>.

- [11] Cisco Systems, Inc. (s.f.). Ethernet-to-the-Factory 1.2 Design and Implementation Guide: Cisco Systems, Inc. Recuperado el 18 mayo de 2013, de [http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Verticals/EttF/ch2\\_EttF.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Verticals/EttF/ch2_EttF.html).
- [12] Romero, A., & Muñoz, C. (abril de 2012). Tesis de titulación pregrado: Diseño de una red de telefonía IP para la ciudad Comercial El Recreo. Recuperado el 04 de julio de 2012, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4575>.
- [13] González, E., (diciembre 2010). Tesis de titulación pregrado: Gestor de máquinas virtuales. Recuperado el 16 de diciembre de 2012, de <http://www.um.edu.ar/web/documentos/UM-MTI-GonzalezE.pdf> Huidobro, J., & Pastor, R. (2006). Sistemas de Telefonía (Quinta ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 267-308.
- [14] Meggelen, J., Madsen, L., & Smith, J. (2007). Asterisk: The Future of Telephony (Segunda ed.). (M. Loukides, Ed.) Estados Unidos: O'Reilly Media. Pág. 1-55.
- [15] PaloSanto Solutions. (2012). Características y Funcionalidades de Elastix. Recuperado el 25 de octubre de 2012, de <http://www.elastix.org/index.php/es/informacion-del-producto/caracterisiticas.html>.
- [16] Calero D., & Zuñiga, E. (noviembre de 2012). Tesis de titulación pregrado: Estudio y diseño del servicio integrado de redes de telefonía de nueva generación CENTREX IP. Recuperado el 15 de enero de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3187>.
- [17] Carballar J. (2007). VoIP: La telefonía de internet (Primera ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 101-111.
- [18] Castillo, F., Sánchez, G., Roperio, J. R., Benjumea, J., Barbancho, J., Romero, y otros. (2010). Servicios en red (Primera ed.). Madrid, España: Paraninfo. Pág. 191-210
- [19] Symantec Corporation. (09 de junio de 2011). The Vulnerabilities of VoIP, Recuperado el 16 de junio de 2013, de <http://us.norton.com/voip-security-aprimer/article>
- [20] Calvo, G. (marzo de 2012). Tesis de titulación pregrado: Instalación de telefonía Cisco e integración y configuración de Asterisk dentro de la estructura telefónica de Labco. Recuperado el 12 de mayo de 2012, de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/14887/1/82193.pdf>.
- [21] Alomoto, L., (enero de 2012). Tesis de titulación pregrado: Análisis, diseño e implementación de entornos virtuales de escritorios, bajo la plataforma Solaris 10, en los laboratorios SUN de la Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 16 octubre de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1575?mode=full>.

- [22] Sierra, A. (septiembre de 2008). Proyecto fin de master: Instalación de un sistema VoIP corporativo basado en Asterisk. Recuperado el 10 de junio de 2012, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/737/1/pfm35.pdf>.
- [23] 3CX. (2012). Preguntas frecuentes e información acerca de Centralita IP, SIP & VOIP. Recuperado el 21 julio de 2012, de <http://www.3cx.es/voip-sip/ip-pbx-faq/>.
- [24] A. Sfaïropoulou, B. Bellalta, and C. Macian, "How to tune VoIP codec selection in WLANs?," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 12, pp. 551–553, 2008
- [25] B. Goode, "Voice over Internet Protocol (VoIP)," *Proc. IEEE*, vol. 90, pp. 1495–1517, 2002.
- [26] L. Bhebhe and R. Parkkali, "VoIP performance over HSPA with different VoIP clients," in *Wireless Personal Communications*, 2011, vol. 58, pp. 613–626.
- [27] S. Jelassi, G. Rubino, H. Melvin, H. Youssef, and G. Pujolle, "Quality of experience of VoIP service: A survey of assessment approaches and open issues," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 14, pp. 491–513, 2012.
- [28] [https://es.wikipedia.org/wiki/Cisco\\_Call\\_Manager](https://es.wikipedia.org/wiki/Cisco_Call_Manager)
- [29] <http://leidyvivianagutierrez.blogspot.com/2013/10/protocolo-h323.html>
- [30] G. Giorgi and C. Narduzzi, "A Study of Measurement-Based Traffic Models for Network Diagnostics," vol. 57, no. 8, pp. 1642–1650, 2008.
- [31] M. Alzate, "Modelos de Tráfico en Análisis y Control de Redes de Comunicaciones."
- [32] A. Grzech, "Control and Traffic Organisation in Segnwnted Local Area Networks," no. 95, pp. 131–135.
- [33] B. Concepts, "An Introduction to Erlang B and Erlang C," pp. 6–9, 1946.
- [34] "UIT-D Comisión de Estudio 2 MANUAL ' SOBRE INGENIERÍA DE TELETRÁFICO ' Ginebra , diciembre de 2002," p. 351, 2002.
- [35] E. Raftopoulos and M. Papadopouli, "On scalable in large WLANs," pp. 102–110, 2007.
- [36] G. Jian, J. Hongzhang, C. Xinglin, and W. Dongjian, "An Improved One-dimensional Cellular Automation Model of Traffic Flow," no. 4, pp. 4481–4485, 2008.
- [37] F. Huebner, D. Liu, J. M. Fernandez, T. Labs, and C. C. Rd, "Queueing Performance Comparison of Traffic Models for Internet Traffic F. Huebner, D. Liu," 1998.

#### 25.4.6.4 GLOSARIO

**IP** El protocolo IP es parte de la capa del conjunto de protocolos TCP/IP. Es uno de los protocolos de Internet más importantes ya que permite el desarrollo y transporte de datagramas de IP (paquetes de datos), aunque sin garantizar su "entrega".

**UDP** Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de 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.

**H.323** Es utilizado comúnmente para Voz sobre IP y para videoconferencia basada en IP. Es un conjunto de normas ITU para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable.

**ITU** Es el organismo especializado de Telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

**SIP-T** Es un mecanismo usado para interconectar la PSTN con paquetes de red a través de encapsulamiento y transparencia. Para garantizar transparencia en el transporte la señalización SS7 en PSTN debe estar disponible.

**IETF** (Internet Engineering Task Force) Fundación cuyo objetivo es hacer que Internet funcione mejor mediante la producción de alta calidad y documentos técnicos pertinentes que influyen en la manera que la gente usa y maneja el Internet.

**3GPP** Proyecto Asociado de Tercera Generación que tiene como objetivo inicial asentar las especificaciones de un sistema global de comunicaciones de tercera

**Comentado [GVAB2]:** Reescribir nuevamente este texto (diferente a como está actualmente) pues nos está dando similitud en URKUND

generación (3G) para móviles, basándose en las especificaciones del sistema evolucionado "Global System for Mobile Communications" (GSM) dentro del marco de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU.

**RTC** La Red Telefónica Conmutada (RTC) es la red original y habitual (analógica). Por ella circula habitualmente las vibraciones de la voz, las cuales son traducidas en impulsos eléctricos que se transmiten a través de dos hilos de cobre. La señal del ordenador, que es digital, se convierte en analógica a través del módem y se transmite por la línea telefónica. Es la red de menor velocidad y calidad.