

# **“Diseño e implementación de un Gateway de Teleservicios Comunitarios para zonas rurales del Ecuador basados en sistemas y estándares de código abierto”**

Pablo G. Aguilera Chavarría

Jorge I. Barrera Rea

Juan C. Espinoza Romero

Ing. Rebeca Estrada P.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación “FIEC”

Escuela Superior Politécnica del Litoral “ESPOL”

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

[paguiler@fiec.espol.edu.ec](mailto:paguiler@fiec.espol.edu.ec); [uespinoz@fiec.espol.edu.ec](mailto:uespinoz@fiec.espol.edu.ec); [ibarrera@fiec.espol.edu.ec](mailto:ibarrera@fiec.espol.edu.ec);

[restrada@fiec.espol.edu.ec](mailto:restrada@fiec.espol.edu.ec)

## **Resumen**

*El presente trabajo tiene como objetivo fundamental, diseñar e Implementar un Gateway de Teleservicios Comunitarios para brindar a las zonas rurales del Ecuador una solución tecnológica que les permita acceder y administrar los servicios de Internet, Telefonía y Tele-asistencia médica remota, utilizando estándares y sistemas de código abierto.*

*Varias son las contribuciones que se desean ofrecer, entre las cuales se puede destacar tres principales: Acceso a Internet en poblaciones rurales con fines de información y educación; el objetivo es brindar acceso a bibliotecas virtuales y todo tipo de información que permitan a los estudiantes fortalecer sus conocimientos en las diferentes ramas de estudio. Servicios de telefonía y video-conferencia, esto fomentará el desarrollo de las comunicaciones en las zonas rurales del país, y Asistencia médica o prestación de servicios médicos a distancia; para posibilitar la optimización de los servicios de atención en salud, ahorrando tiempo y dinero y facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de especialistas.*

*Este sistema está constituido en dos partes, la primera corresponde al software de desarrollo usando una distribución Centos basado en Linux que sirve como Sistema Operativo, aquí correrán todas las aplicaciones las cuales realizarán funciones específicas indispensables para la administración del sistema.*

*La segunda parte corresponde al hardware utilizado, donde el elemento principal lo constituye el servidor Asterisk que integrará todas las funcionalidades de telefonía clásica. La infraestructura básica del diseño lo constituyen el hardware de red y terminales, estos dispositivos facilitarán una comunicación segura y confiable.*

## **Abstract**

*The fundamental achievement of this project is based on design and implementation of a Communal Tele-Services Gateway to give a technological solution for Ecuador’s rural areas to make possible to access and administrate Internet, Telephony and Remote Medical Tele-Assistance Services, using Open Code standards and systems.*

*The goal is to provide several contributions, among which can be mention three principals: Access to the Internet in rural areas with education and information purposes, its use can be extended principally to primary schools and secondary schools. The achievement is to provide access to virtual libraries and all kind of information which allow students to strengthen them knowledge in different studies areas. Telephony and Video-Conference Services will promote communications development in rural areas of the country, and Medical Assistance or provision distance medical services, optimizing attention services in health, to save time and money making access easier to distant zones for specialists’ attention.*

*This system is constituted by two parts. The first part belongs to Software Development using a Centos distribution based on Linux which runs as Operating System. All Applications will run there, which will execute specific essential functions for system administration.*

*The second part refers to used hardware, where principal component is represented by the Asterisk Server which will make up all classic telephony functionality. The basic design infrastructure is constituted by network’s hardware and terminals, these devices will make communication easier, secure and reliable.*

## 1. Introducción

La escasa cobertura de los servicios de telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales de nuestro país obstaculiza el desarrollo económico de las regiones y localidades apartadas, dificulta el control del orden público, hace menos llevadera la vida de sus habitantes, al tiempo que minimiza la obligación del Estado en dichas regiones en áreas como la salud y acceso universal al servicio de telefonía, pues, se justifica la desatención con la dificultad de acceso terrestre y la falta de recursos para el desarrollo de los servicios.

En los últimos años se han venido desplegando redes inalámbricas para los sectores más desfavorecidos de nuestra región, gracias a aportes de organizaciones no gubernamentales que promueven el acceso a las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) así como de instituciones de educación superior y gobiernos locales. Es evidente el impacto positivo que estas iniciativas tienen en las comunidades desarrollando su potencial y reduciendo la brecha digital que es el denominador común en nuestros países.

Sin embargo hemos constatado que la continuidad de estos proyectos podría verse comprometida si no se encuentran fuentes de ingreso que aseguren su permanencia en el tiempo.

Por otra parte se plantea el aprovechamiento de la conexión a Internet con la prestación de servicios adicionales como son: la tele-asistencia médica remota con video sobre IP y la telefonía IP, que complementarán la solución y que al mismo tiempo permitirán el ingreso de recursos económicos a la comunidad, lo que servirá para cubrir el costo del acceso a Internet y telefonía al operador, asegurando así la continuidad del proyecto.

## 2. Marco Teórico

En esta sección nos enfocamos en describir la evolución de la telefonía tradicional en el Ecuador.

Durante toda su historia, el ser humano se ha interesado por encontrar más y mejores formas de comunicación que lo mantengan integrado con el resto del mundo, esta inquietud ha sido la motivación para diferentes personas y grupos que día a día trabajan en el desarrollo de distintas tecnologías que cumplan el objetivo anterior. Sin embargo, si bien se han logrado excelentes avances en las comunicaciones como son la telefonía, el Internet, el video, etc., muchos de ellos aún no están plenamente integrados. Esto disminuye las potencialidades de complementación y es más, sus costos aún pueden ser más reducidos si estas tecnologías se integran. La tecnología digital pareciera prometer y cumplir esta función integradora con consecuentes mejoras en servicios y reducción de costos.

Actualmente se vive en una época de transición. Las empresas de telefonía ofrecen servicios a sus clientes principalmente enfocados a la transmisión de voz. Hoy en día, el Internet y la tecnología multimedia han avanzado a pasos agigantados y los clientes han orientado sus necesidades a estas nuevas tecnologías, lo que ha provocado que el mercado de la telefonía tradicional PSTN experimente un continuo descenso a través del tiempo. De esta forma, la tecnología celular y principalmente la emergente tecnología IP ha adquirido cada vez una mayor importancia. La telefonía IP incorpora todo lo que ofrece la telefonía tradicional más otros servicios y aplicaciones de nueva generación que son imposibles con la telefonía actual. Esto se debe a la migración de un teléfono tradicional a un terminal digital capaz de implementar múltiples aplicaciones utilizando voz, video y datos, lo cual resulta mucho más atractivo para los usuarios y permite interconectar de mejor manera a las personas. Además, este sistema resulta ser más barato y más fácil de administrar y mantener.

Las aplicaciones a implementar utilizarían una fusión de tecnologías de comunicaciones como transmisión de datos, video, comunicación a otros computadores, control de llamadas de telefonía fija y móvil, etc. gracias a la utilización de la integración de tecnologías en una central de telefonía IP.

## 3. Descripción de la tecnología de Voz sobre IP con Asterisk

En esta sección incluimos todo lo relacionado con la tecnología de Voz sobre IP.

La Voz sobre IP, también llamado VoIP, es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

Las comunicaciones de voz se digitalizan en paquetes de datos bajo la norma del protocolo IP (Internet Protocol) y éstos son transportados por redes de datos IP, públicas como la Internet o privadas (LAN-WAN). La VoIP por tanto es una tecnología que permite paquetizar y transportar tráfico de voz en redes de datos sin necesidad de disponer de los circuitos conmutados convencionales PSTN (Public Switching Telephony Network). Cuando la VoIP se utiliza para la prestación de servicios de comunicación telefónica, sea a través de teléfonos convencionales u otros dispositivos, hablaremos de Telefonía IP.

VoIP digitaliza la voz en paquete de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. Básicamente el proceso comienza con la señal analógica del teléfono que es digitalizada en señales PCM (Pulse Code Modulation) por medio del codificador/decodificador de voz (CODEC). Las muestras PCM son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos para este caso a través de una red privada WAN. En el otro extremo de

la nube se realizan exactamente las mismas funciones en un orden inverso.

El estándar H.323 proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a conexión y que no ofrecen un grado de calidad del servicio, como son las basadas en IP, incluida Internet, de manera tal que las aplicaciones y productos conforme a ella puedan interoperar, permitiendo la comunicación entre los usuarios sin necesidad de que éstos se preocupen por la compatibilidad de sus sistemas.

El H.323 comprende a su vez también una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación, los cuales se muestran en la figura 1



**Figura 1.** Arquitectura de protocolos Voip

Los Protocolos VoIP son el lenguaje que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

### 3.1. Protocolo SIP

El protocolo SIP define una arquitectura de señalización y control para VoIP

El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP.

SIP es un protocolo de señalización a nivel de aplicación para establecimiento y gestión de sesiones con múltiples participantes. Se basa en mensajes de petición y respuesta y reutiliza muchos conceptos de estándares anteriores como HTTP y SMTP

SIP soporta funcionalidades para el establecimiento y finalización de las sesiones multimedia: localización, disponibilidad, utilización de recursos, y características de negociación. Para implementar estas funcionalidades, existen varios componentes distintos en SIP.

Se ha considerado para su elección la capacidad de trabajar con el protocolo SIP para el inicio de sesión.

### 3.2. Parámetros de voz y video sobre IP

Este es el principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas sus aplicaciones. Garantizar la calidad de servicio sobre una red de datos actualmente no es posible; ya que se

presentan diversos problemas que afectan a la telefonía IP, entre los principales tenemos la latencia, el jitter y el eco.

Es común pensar que con sólo aumentar el ancho de banda a la VoIP se solucionarán todos los problemas, pero como ya se conoce esto no es necesariamente cierto.

El caudal en datos de la voz codificada no requiere grandes anchos de banda, podríamos decir que una conversación full-duplex (donde ambos extremos pueden hablar y escuchar a la vez) consume no mas de 22kbps. No obstante, una llamada típica de videoconferencia requiere un consumo mayor por la combinación de transmisiones full duplex de audio y video, por esto es necesario el uso de un Códec.

Los códecs se optimizan para conseguir la mayor calidad posible en bajos índices de transferencia. Para el caso de una videoconferencia son usados para codificar el vídeo en tiempo real o pregrabado y ser mandado por la red para que el usuario final solamente con una aplicación que lo descomprima pueda al instante visionar en su terminal.

Hay muchas maneras de transformar una señal de voz analógica a digital, todas ellas son gobernadas por varios estándares. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los códecs de audio disponibles en Asterisk

**TABLA 1.** Tabla de los códecs de audio

Códec	Ancho de banda	Características
G.711	64 Kbps	Conocido como a-law/ $\mu$ -law. Sin compresión
G.723.1	5.3 / 6.3 Kbps	Gran compresión. Uso de CPU intenso
G.726	16/24/32/40 Kbps	Buena compresión con poco uso CPU
G.729	8 kbps	Excelente relación ancho de banda - calidad Requiere Licencia
GSM	13 Kbps	Usado en las redes GSM
LPC-10	2.5 Kbps	Mínimo ancho de banda. Voz robótica
iLBC	13.3 / 15 Kbps	Robusto ante pérdida de paquetes
Speex	2.15 a 44.2 Kbps	Gran flexibilidad. Uso de CPU intenso

La transmisión digital y la distribución de información audiovisual permiten la comunicación multimedia sobre las redes que soportan la comunicación de datos, brindando la posibilidad de enviar imágenes en movimiento a lugares remotos. Si queremos difundir el vídeo por vías digitales tendremos que digitalizarlo, con lo que debe ser capturado en su formato analógico y almacenado digitalmente logrando así que sea menos propenso a degradarse durante la transmisión. En la siguiente tabla se presenta un resumen de los códecs de video disponibles en Asterisk

**TABLA 2.** Tabla de los códecs de video

Códec	Ancho de banda	Características
H.261	40 Kbps-2Mbps	Diseñado para transmisión sobre líneas RDSI. Bitrates múltiplos de 64Kbps
H.263	menor a 64 Kbps-hasta 583,9 Mbps	Solución de codificación de bajo bitrate para videoconferencia. Sin compresión
H.263p	menor a 64 Kbps-hasta 583,9 Mbps	Poca pérdida de datos en el canal de transmisión. Sin compresión
H.264	64 Kbps-960 Mbps	Buena calidad de video a bitrates inferiores que los estándares previos

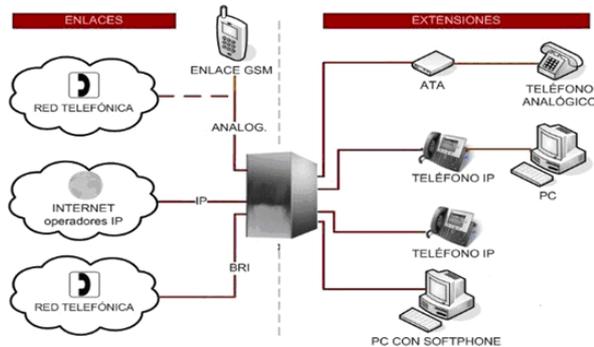
### 3.3. ¿Qué es Asterisk?

Asterisk es una central digital diseñada en software libre que integra las funcionalidades de telefonía clásica con nuevas capacidades derivadas de su flexible y potente arquitectura.

Este diseño permite poner en funcionamiento una PBX Asterisk en equipos hardware de propósito general, con la correspondiente reducción de costes y variedad de equipamiento disponible frente a las tradicionales PBX, basadas en hardware y software propietario.

Asterisk soporta gran variedad de protocolos de comunicaciones VoIP y es compatible con la mayor parte de fabricantes del hardware empleado para telefonía IP. Asimismo cuenta con equipamiento de diferentes fabricantes para operar con las redes de telefonía clásicas, a través de tarjetas de comunicaciones unidas a la PBX mediante interfaces estándar PCI.

Al soportar una mezcla de la telefonía tradicional y los servicios de VoIP, Asterisk permite a los desarrolladores construir nuevos sistemas telefónicos de forma eficiente o migrar de forma gradual los sistemas existentes a las nuevas tecnologías. Algunos sitios usan Asterisk para reemplazar a antiguas centralitas propietarias, otros para proveer funcionalidades adicionales y algunas otras para reducir costes en llamadas a larga distancia utilizando Internet. En la figura 2 se presenta la Arquitectura típica de un sistema VoIP con Asterisk.



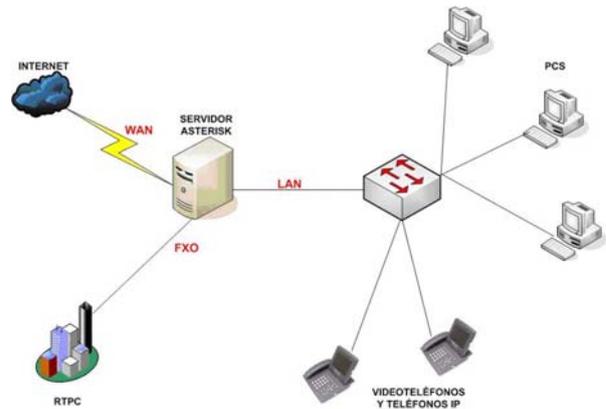
**Figura 2.** Arquitectura de un Sistema VoIP con Asterisk

## 4. Análisis técnico

La población beneficiada con las utilidades de este servicio será la parroquia Ancón, ubicada en la provincia de Santa Elena. La junta parroquial cuenta con el servicio de Internet satelital donado por un proveedor exterior. El ancho de banda donado es de 128kbps en conexión uno a uno, aprovechando este recurso se pensó en la implementación de nuestro proyecto en esta zona rural.

### 4.1. Diseño de la Infraestructura

El elemento principal que lo constituye es el Gateway o en nuestro caso Server (servidor) que a su vez realiza función de router para el encaminamiento de paquetes IP. La infraestructura básica del diseño de interfaces de entrada/salida lo constituyen un puerto WAN, LAN, puertos FXS y FXO para la comunicación con la RTPC.



**Figura 3.** Diagrama de infraestructura

### 4.2. Selección del software y hardware

El software seleccionado lo constituye una distribución CentOS basado en Linux que es el corazón del sistema y donde corren todas las aplicaciones

Las aplicaciones para este caso son todo tipo de software que desarrolla funciones específicas para la administración del sistema. Para nuestro servidor las categorías de software seleccionadas tienen requerimientos mínimos y pueden funcionar remotamente en cualquier versión XP de Windows, el software se ha seleccionado de la siguiente manera:

**TABLA 3.** Categorías de software seleccionado

Software	Dependencia	Versión
Centos		4.4 Kernel 2.6.9-34.0.2
Trixbox		2.2
	Asterisk	1.2.18
	FreePBX	2.2.1
	Phpmyadmin	2.8.2.2
Mastershaper		0.44
	Jpgraph	1.22
	Phplayersmenu	3.0.2
	DB Net ipv4	1.0
Starshop		0.3
	DateTime	0.4305
	DateTime::TimeZone	0.81
	DateTime::Locale	0.42
	Params::Validate	0.91
	Module::Build	0.3
	List::MoreUtils	0.22
	Class::Singleton	1.4
Macy		0.2
Joomla		1.0.13

*Trixbox* es una colección de utilidades y herramientas que conforman una PBX IP; este incluye un conjunto de aplicaciones que facilitan la administración del sistema sin la necesidad de tener grandes conocimientos de asterik. Trixbox incluye todas las herramientas necesarias en la estructura de una PBX, los componentes principales son:

*Linux Centos:* es la distribución de Linux que sirve como Sistema Operacional, está basado en Linux Red Hat Enterprise.

*Asterisk:* es el núcleo de la central telefónica; cuando hablamos de Asterisk incluimos también los drivers de Zapata Telephony (zaptel) y la librería para soporte RDSI (libpri).

*FreePBX:* es el entorno gráfico que facilita la configuración de Asterisk, no a través de la edición de archivos de texto, sino a través de interfaces Web amigables.

Para la administración de nuestro sistema hemos diseñado una página Web con *JOOMLA* que es un sistema de administración de contenidos de código abierto construido con PHP bajo una licencia GPL. Este administrador de contenidos se usa para publicar en Internet e intranets utilizando una base de datos MySQL.

Se podrá ingresar a esta interfaz gráfica, vía browser, escribiendo la dirección IP (pública) de nuestro servidor. Dentro de esta se podrá acceder a las siguientes herramientas de administración:

*MACY:* es un sistema de punto de venta y control para cybercafés. Permite administración de stocks, reportes y otros servicios para control de cybercafés.

*STARSHOP:* es una herramienta de código abierto que permite implementar un sistema de tarificación para Asterisk, y muestra el valor a cobrar de acuerdo a la duración y destino de una llamada que se haya realizado.

*FREEPBX:* es una interfaz web que permite configurar las opciones que ofrece Asterisk como son extensiones, troncales, conferencias, voicemail, entre otros de una manera amigable con el usuario.

*MASTERSHAPER:* es una herramienta administrativa para optimizar el uso del ancho de banda del sistema y controlar la calidad de servicio, especialmente en la parte de telefonía.

El diseño de la interfaz principal de administración de nuestro sistema queda de la siguiente manera:



**Figura 3.** Página principal de administración del sistema

El hardware seleccionado lo constituye el servidor, el hardware de red y los dispositivos terminales.

Las características del servidor son muy importantes, ya que la selección de éste puede ser muy sencilla, como complicada al mismo tiempo. Sencilla porque cualquier plataforma x86 puede servir. Complicada porque el rendimiento del sistema dependerá del cuidado que se tenga al momento de seleccionar el hardware. El siguiente cuadro muestra las características de hardware de nuestro servidor.

**TABLA 4.** Características del servidor IP PBX

Procesador	Intel Dual Core
Velocidad	3.00 GHz
Memoria RAM	1 GB
Memoria Caché	2x2 MB
Disco Duro	160 GB

Para el hardware de red debemos considerar dos elementos principales:

- Dos tarjetas adaptadoras Ethernet para los puertos WAN y LAN.
- Una tarjeta de telefonía análoga Digium de 2 puertos FXS (interfaz de abonado externo, conexión de teléfonos analógicos) y 2 puertos FXO (interfaz de la central externa, conexión con la RTPC).

La figura 4 muestra una tarjeta de telefonía de tipo PCI.



**Figura 4.** Tarjeta de telefonía Digium

Para los dispositivos terminales optamos por trabajar con 2 videoteléfonos GrandStream GXV3000 ya que presentan una alta calidad de audio y video, un fácil manejo y una gran cobertura en todas las funcionalidades de telefonía IP. Este teléfono está basado en SIP para voz y H.264-H.263 para video.



**Figura 5.** Teléfono GrandStream GXV3000

Así mismo, se utilizan los *Softphones X-lite* que se trata de software que se ejecuta en estaciones o servidores de trabajo. Son usados como dispositivos terminales para la realización de llamadas de voz sobre IP y video conferencia, poseen una interfaz gráfica similar a la de un teléfono convencional lo que facilita su uso para

cualquier usuario, trabajan con el protocolo SIP para el inicio de sesión.



**Figura 6.** Softphone X-lite

Una vez habiendo seleccionado el hardware y software necesario para la implementación del proyecto, se armará el sistema como muestra el Diagrama de Infraestructura (figura 3).

El servidor cuenta con dos interfaces de red. La primera destinada para la comunicación con la red interna LAN, que tendrá una dirección IP privada. A esta interfaz se conectan a través de un Switch los dos videoteléfonos, así mismo se conectarán 3 Pcs de usuario. La segunda interfaz esta destinada para la comunicación externa WAN, que tendrá una dirección IP pública.

Adicionalmente este servidor llevará instalado la tarjeta de Telefonía análoga PCI, que incluye 2 puertos FXO y 2 puertos FXS, los cuales permitirán la comunicación con el abonado y la RTPC.

Para el plan de numeración se usan 5 extensiones, 2 para los teléfonos IP y 3 para los Softphone X-lite que irán instalados en las Pcs de usuario. Estas terminales serán capaces de soportar el protocolo SIP, protocolo seleccionado para este proyecto.

## 5. Conclusiones y Resultados

La solución tecnológica que se ha desarrollado provee una interfaz sencilla de administración y uso, por lo tanto es una herramienta válida para uso en comunidades donde el conocimiento de utilidades tecnológicas es limitado.

Se ha demostrado la ventaja del uso de Asterisk como central telefónica o PBX ya que posee un sinnúmero de herramientas para su administración y control que proveen interfaces gráficas que facilitan su configuración inclusive para personas que no poseen conocimientos amplios de Asterisk; además podemos destacar la ventaja económica sobre las PBX convencionales ya que además de ser software libre sus costos de implementación son mucho mas bajos y los requerimientos de hardware son de fácil acceso en el mercado.

Existen varias alternativas de hardware y software que también brindan soluciones sencillas y de fácil uso como son las de software (softphones) y de hardware (tarjetas adaptadoras), pero en especial se deben considerar las de software ya que se pueden usar en reemplazo de dispositivos terminales y además son de uso libre.

Se ha demostrado que se puede brindar una solución tecnológica capaz de administrar servicios de telefonía IP, Internet y videoconferencia mediante herramientas de código abierto y su ventaja en cuanto a costos de operación en cualquier otro tipo de sistemas.

Se dio a conocer nuestro proyecto hacia la comunidad participando en la “Feria de Vínculos con la Colectividad” organizado por la ESPOL; aquí se demostró su funcionamiento mediante la realización de video conferencias en tiempo real y se expuso las ventajas y contribuciones que se desean ofrecer con la implementación en zonas rurales. Se creó un espacio de diálogo en donde la colectividad se mostró interesada ya que por medio de este proyecto se puede fomentar el desarrollo de las comunidades rurales; presentaron ideas para su aplicación en nuevos proyectos tales como su uso para la comercialización de sus productos, el abastecimiento de servicios y productos de la ciudad, la capacitación y actualización constante en diferentes campos como la educación, la medicina, la producción agrícola y tecnología.

El proyecto no pudo ser implementado en la zona para el que fue destinado ya que el servicio de Internet satelital que habían recibido como donación se terminó y debido a que la comunidad no tenía los suficientes recursos como para asumir el pago de la conexión decidieron suspenderlo, posteriormente inclusive se procedió al desmontaje de la antena satelital ubicada en la parroquia Ancon; debido a esto el proyecto fue implementado y se encuentra funcionando en los Laboratorios del VLIR, el cual servirá como material de apoyo a los estudiantes del último nivel para la realización de prácticas que sirvan

como complemento a su aprendizaje teórico o para futuras aplicaciones.

## 6. Agradecimientos

Primordialmente agradecemos a Dios por toda la paciencia, sabiduría brindada para la ejecución de nuestra tesis, por habernos llenado de dedicación perseverancia para la buena realización de la misma.

A nuestros padres por todo el amor y el apoyo constante. A nuestros amigos, amigas y demás personas que de alguna y otra forma nos ayudaron para emprender y culminar nuestra tesis.

## 7. Referencias

- [1] DAVISON JHONATHAN & PETERS JAMES. Fundamentos de Voz sobre IP, Pearson Education S.A., Primera Edición, Madrid, 2001
- [2] VAN MEGGELEN JIM, SMITH HARED & MADSEN LEIF. Asterisk: The Future of Telephony, Editorial O'Reilly Media Inc., Segunda Edición, Sebastopol USA, Agosto 2007
- [3] DAVEY ANITA & WROBLEWSKI JOZEF, Voz sobre el protocolo de Internet, Editorial Juniper Networks Inc., Volumen 1 y 2, Sunnyvale USA, 2005
- [4] Wallace Andy. Installation Manual Joomla! 1.5, Versión 0.5, Octubre 2007
- [5] MasterShaper Easy QoS Traffic Shaping, Version 0.4x, Noviembre 2005, <http://shaper.netshadow.at>
- [6] Certain Yance Alfredo, Trixbox al descubierto, Gecko Networks, Pre-Edición Especial, Colombia, 2006