



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Electrónica

DISEÑO DE LA RED EMPRESARIAL CONVERGENTE
DE VOZ, DATOS Y VIDEO DE ETAPA

Trabajo de graduación previo a la obtención
del título de Ingeniero Electrónico

Autores:

Luis Alfredo Espinoza Mosquera
Andrés Xavier Montero Bermeo

Director:

Ing. Edgar Pauta Astudillo

Cuenca, Ecuador
2008

Dedicatoria

Para ella, por cada momento de inspiración
y comprensión

Andrés

Con mucho amor a mi esposa Malhena y a
mis hijas Anahí y Ma. Paz, por su
comprensión, paciencia, apoyo y fuente
inspiración durante el desarrollo de la carrera
y la realización de la presente tesis

Luis Alfredo

Agradecimiento

A cada persona que me ha brindado su apoyo y afecto para culminar un paso más de mi vida, en particular a mi familia y amigos.

Andrés

Al Ing. Edgar Pauta Astudillo., Director de Tesis, quién me supo guiar en forma profesional y desinteresada en la realización de esta tesis, a la plantilla de profesores del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay, por los conocimientos transmitidos; así como también a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron.

Luis Alfredo

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos	ix
Índice de anexos	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
INTRODUCTION	3
CAPÍTULO 1 REDES CONVERGENTES	5
1.1 Introducción	5
1.2 Video Conferencia	6
1.3 Voz sobre IP –VoIP- y Telefonía sobre IP –ToIP	7
1.3.1 Realidad mundial	8
1.3.2 Situación en el Ecuador	9
1.4 El sistema telefónico tradicional	9
1.4.1 Centrales de conmutación	10
1.4.2 Señalización	11
1.5 Tecnología de VoIP	12
1.5.1 CODEC (codificador – decodificador de voz)	12
1.5.2 Redes de voz sobre paquetes	14
1.5.3 Protocolos Utilizados en VoIP	16
1.5.4 Control de la comunicación.	17
1.5.5 Protocolos de gestión	17
1.5.6 Protocolos de transporte.	17
1.5.7 Protocolos de señalización.	18
1.6 H.323	20
1.6.1 Arquitectura H.323	21
1.6.2 Terminales	21
1.6.3 Gateways (Pasarelas)	22
1.6.4 Gatekeepers.	22
1.6.5 Unidad Multiconferencia	22
1.7 SIP	23
1.7.1 Arquitectura SIP	24
1.7.2 Servidor proxy	25
1.7.3 Servidor de localización	25
1.7.4 Servidor de redirección	25
1.7.5 Servidor de registro	25
1.7.6 Protocolos de SIP	26

1.8	TRIP	27
1.9	MGCP	27
1.10	SIGTRAN	29
1.11	Telefonía IP y NGN	30
1.11.1	MGCP / Megaco	30
1.11.2	Comparación entre SIP y MGCP/Megaco	31
1.11.3	Comparación entre SIP, H.323 y MGCP	31
CAPÍTULO 2 CALIDAD EN VoIP		32
2.1	Introducción.	32
2.2	Métodos de calidad de servicio	35
2.2.1	Manejo de Congestión	36
2.2.2	Evasión de Congestión	39
2.2.3	Modelamiento de Tráfico	39
2.2.4	Manipulación y Clasificación de Tráfico.	41
2.3	Pasos para implementación de QoS para redes convergentes.	42
2.4	Características y expectativas del servicio VoIP	45
2.5	Factores que afectan la calidad de la voz sobre redes de paquetes.	49
2.5.1	Factor de compresión	49
2.5.2	Pérdida de paquetes	49
2.5.3	Demora (retardo ó delay en ingles)	50
2.5.4	Eco	51
2.5.5	Variaciones en la demora (Jitter)	51
2.5.6	Tamaño de los paquetes	52
2.6	Medida de la calidad de voz en redes VoIP	52
2.6.1	Métodos Subjetivos	53
2.6.2	E-Model (ITU-G.107)	54
2.6.3	ITU-T P.862 (PESQ)	55
2.6.4	ITU-T P.563	57
CAPÍTULO 3 LEVANTAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL		59
3.1	Introducción	59
3.2	Red de Datos	59
3.3	Red de Voz	61
3.3.1	Líneas de extensión	62
3.3.2	Líneas Directas	62
3.3.3	Categorización de Líneas Gratuitas	63
3.3.4	Distribución por localidades	66
3.4	Red de Video	67
3.5	Equipamiento VoIP	68
3.6	Análisis de Tráfico de Voz	68
CAPÍTULO 4 DISEÑO GENERAL PARA ETAPA		72
4.1	Introducción	72
4.2	Diseño de la Solución	72
4.2.1	Direccionamiento	73
4.2.2	Ancho de Banda y Tráfico	74

4.2.3	Plan de Marcación	80
4.3	Alternativas de Diseño	82
4.3.1	Requerimientos Básicos	83
4.3.2	Solución 1. Solución propietaria CISCO.	84
4.3.3	Solución 2. Plataforma Asterix-LINUX.	87
4.3.4	Solución 3. IP Centrex	89
4.3.5	Comparación Técnica de Soluciones.	90
4.4	Análisis Económico de las Soluciones	91
4.4.1	Análisis de Costos	92
4.4.2	Costo Inicial de las Soluciones	92
4.4.3	Costo de Utilización de las Soluciones	93
4.4.4	Impacto de Costos	96
4.5	Análisis de Beneficios y Aspectos Cualitativos	96
4.6	Análisis de Recuperación de Inversión	99
4.6.1	TIR Solución 1. Propietaria Cisco	102
4.6.2	TIR Solución 2. Asterisk Linux	103
4.6.3	TIR Solución 3. IP Centrex	104
4.7	Plan de despliegue en ETAPA	105
CAPÍTULO 5 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO PILOTO		106
5.1	Introducción	106
5.2	Implementación en la Gerencia de Telecomunicaciones	106
5.3	Implementación	107
5.3.1	Implementación de Router	107
5.3.2	Implementación de Telefonía IP	108
5.3.3	Integración de Asterisk y Cisco Call Manager	108
5.4	Configuraciones	108
5.4.1	Configuración Router 2801	108
5.4.2	Configuración Servidor Procesador de Llamadas	112
5.4.3	Servicios	131
5.4.4	Integración de Asterisk y Cisco CallManager	153
CONCLUSIONES		159
RECOMENDACIONES		161
GLOSARIO		162
BIBLIOGRAFIA		165
ANEXOS		167

Índice de tablas

Tabla 1: Estándares de CODEC's mas utilizados _____	13
Tabla 2: Protocolos de señalización entre terminales _____	19
Tabla 3: Comparación SIP - MGCP/MEGACO _____	31
Tabla 4: Comparación entre SIP, H.323 y MGCP _____	31
Tabla 5: Tipos de algoritmos estandarizados para comprimir la voz _____	49
Tabla 6: Demoras introducidas por distintos CODEC's _____	50
Tabla 7 Localidades, Usuarios, Tipo de enlace y Velocidad de comunicación __	60
Tabla 8: Levantamiento de Equipos _____	60
Tabla 9: Levantamiento de PBX's _____	62
Tabla 10 Distribución de líneas por categoría _____	62
Tabla 11 Tipos de líneas Gratuitas _____	64
Tabla 12 Categorización de líneas Gratuitas _____	64
Tabla 13 Participación de Líneas de Oficina _____	65
Tabla 14 Distribución de líneas a dimensionar _____	65
Tabla 15 Distribución de líneas por localidad _____	66
Tabla 16: Líneas Directas y de Centralillas Catastradas _____	66
Tabla 17 Equipos de Video Comunicación _____	67
Tabla 18 Equipamiento VoIP de ETAPA _____	68
Tabla 19 Tráfico en Minutos por Destino _____	69
Tabla 20 Tráfico por Localidades (en minutos) _____	70
Tabla 21 Costos de Telefonía por Tipo de Llamada _____	70
Tabla 22 Costos de Telefonía por Tipo de Llamada de las Líneas bajo estudio __	71
Tabla 23 Crecimiento de tráfico estimado _____	73
Tabla 24: Direccionamiento IP _____	74
Tabla 25: Tráfico de voz en la hora cargada _____	76
Tabla 26: Canales de voz necesarios en cada localidad _____	76
Tabla 27: Canales de voz y ancho de banda necesario _____	79
Tabla 28 Estimaciones de ancho de banda de localidades _____	80
Tabla 29: Plan de marcación _____	81
Tabla 30 Equipamiento básico para las soluciones _____	84
Tabla 31 Esquema de Licenciamiento SIP _____	85
Tabla 32 Equipamiento para Solución 1, Cisco _____	86
Tabla 33 Equipamiento para Solución 2, Linux _____	88
Tabla 34 Distribución de CM Asterisk _____	88
Tabla 35 Equipamiento para Solución 3, IP Centrex _____	90
Tabla 36 Comparación técnica de soluciones _____	91
Tabla 37 Costos de personal _____	92
Tabla 38 Costos Iniciales _____	93
Tabla 39 Porcentaje de tiempo dedicado a la administración _____	93
Tabla 40 Número de incidentes de operación _____	94
Tabla 41 Tiempo aproximado para resolver falla _____	94
Tabla 42 Número de incidentes de soporte _____	94
Tabla 43 Costos de Utilización _____	95
Tabla 44 Costos de soluciones _____	95
Tabla 45 Costos totales de las soluciones _____	95
Tabla 46 Impacto de Costos. Solución 1, Propietaria Cisco _____	96
Tabla 47 Impacto de Costos. Solución 2, Asterix-Linux _____	96
Tabla 48 Impacto de Costos. Solución 3, IP Centrex _____	96
Tabla 49 Tasas y Probabilidades _____	100

<i>Tabla 50 Otras consideraciones para determinar TIR</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 51 Plan de despliegue</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 52 Configuración del router Cisco 2801 (Gateway)</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 53 Parámetros del Procesador de Llamadas</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 54 Parámetros del Sistema</i>	<i>116</i>

Índice de gráficos

Gráfico 1: Esquema de un sistema telefónico tradicional	10
Gráfico 2 Proceso de comunicación de voz extremo a extremo	15
Gráfico 3: Protocolos en redes convergentes	16
Gráfico 4: Comunicación VoIP	18
Gráfico 5: Pila de protocolos H.323	20
Gráfico 6 Arquitectura H.323	21
Gráfico 7 Arquitectura SIP	26
Gráfico 8: Pila de protocolos en redes SIP	27
Gráfico 9: Esquema de dialogo entre dos terminales SIP/H.323	28
Gráfico 10: Esquema de comunicación usando infraestructura de MGC	28
Gráfico 11: Esquema de comunicación entre Softswitchs	31
Gráfico 12: Degradación de la calidad en una red IP sin calidad de servicio	48
Gráfica 13: E MODEL de la UIT-T y sus valores de calificación a la calidad de voz	55
Gráfico 14 Diseño de Solución 1, Cisco	86
Gráfico 15 Diseño de Solución 2, Asterix-Linux	89
Gráfico 16 Diseño de Solución 3, IP Centrex	90
Gráfico 17 Pantalla de inicio de CallManager Administration	114
Gráfico 18 Parámetros del CallManager	115
Gráfico 19 Configuración de fecha y hora	117
Gráfico 20 Regiones	118
Gráfico 21 Codecs utilizados regiones	119
Gráfico 22 Configuración de una Localidad	120
Gráfico 23 Localidades configuradas	120
Gráfico 24 Particiones	121
Gráfico 25 Creación de un Call Search Space	122
Gráfico 26 Call Search Space configurados	123
Gráfico 27 Creación de Transcoders	124
Gráfico 28 Configuración de Music On Hold	125
Gráfico 29 Creación del Grupo de recursos multimedia	126
Gráfico 30 Media Resource Group list	127
Gráfico 31 Creación de un device pool	128
Gráfico 32 Device pools creados	129
Gráfico 33 Agregar un Gateway	130
Gráfico 34 Configuración de Gateway	130
Gráfico 35 Configuración de Voice Gateway en el CallManager	131
Gráfico 36 Configuración de Teléfonos IP – parte 1	133
Gráfico 37 Configuración de Teléfonos IP - parte 2	134
Gráfico 38 Configuración de Teléfonos IP - parte 3	134
Gráfico 39 Registro de un teléfono	135
Gráfico 40 Configuración del Directory Number – parte 1	136
Gráfico 41 Configuración de Directory Number - parte 2	136
Gráfico 42 End User Configuration	137
Gráfico 43 User Group Configuration	138
Gráfico 44 User Group Status	139
Gráfico 45 Configuración de Extensión Mobility en Teléfonos IP	140
Gráfico 46 Opciones de usuario	140
Gráfico 47 Configuración de suscripción a servicios de telefono	141
Gráfico 48 Configuración de códigos de autorización	142

Gráfico 49 Creación de Route Pattern _____	143
Gráfico 50 Configuración de Route Pattern _____	144
Gráfico 51 Llamadas a celulares con clave de acceso _____	144
Gráfico 52 Route Patterns definidos _____	145
Gráfico 53 Instalación de CDR _____	146
Gráfico 54 Configuración de Dial Plan _____	148
Gráfico 55 Configuración de generación de reportes CDR's _____	148
Gráfico 56 Generación de reportes de llamadas _____	149
Gráfico 57 Generación de reportes individuales _____	150
Gráfico 58 Generación de reporte de llamadas _____	151
Gráfico 59 Reporte de CDR _____	151
Gráfico 60 Menú reportes CDR _____	152
Gráfico 61 Búsqueda de CDR por extension _____	152
Gráfico 62 Detalle de llamada _____	153
Gráfico 63 Configuración de Mensajería en Cisco Call Manager _____	158
Gráfico 64 Troncales sip activadas _____	158

Índice de anexos

A. Red de Datos de ETAPA	167
B. Características Técnicas	168
Voice Gateway Cisco VG224	168
Asterix169	
Cisco Call Manager	171
VoIP GSM Gateway - HG-1600V Series	176
C. Diseño de Soluciones	177
Diseño Completo Solución 1 – Propietaria Cisco	177
Diseño Completo Solución 2 – Asterisk Linux	178
Diseño Completo Solución 3 – IP Centrex	179
D. Análisis Económico de Soluciones	180
Equipamiento Común	180
Solución 1. Propietaria Cisco	182
Solución 2. Asterisk Linux	184
Solución 3. IP Centrex	186
E. Análisis de Retorno de Inversión	188
Solución 1. Propietaria Cisco	189
Solución 2. Asterix Linux	191
Solución 3. IP Centrex	193
F. Esquema de Licenciamiento Cisco	195
G. Proformas	197

RESUMEN

Tradicionalmente las redes de voz, datos y video han sido diseñadas, implementadas y administradas en forma independiente generando problemas de administración e incremento de costos. La actual presenta servicios de comunicaciones basados en los protocolos.

Este documento describe brevemente la tecnología de Voz sobre IP, Video sobre IP así como los requerimientos de QoS. La segunda parte presenta el estudio, diseño y dimensionamiento de la infraestructura necesaria para una red convergente en ETAPA incluyendo el análisis económico de las diferentes soluciones planteadas. Finalmente se presenta las configuraciones del ambiente piloto realizado sobre una plataforma Cisco y Asterix mostrando una implementación real de una red convergente.

ABSTRACT

Traditionally, data, voice and video services have been designed, implemented and managed over independent networks generating isolated and individual schemas with administrative problems, cost increase and over-work, associated to a complexity involved. The network development and the use of IP based-protocol for convergence services have created a new technical and cultural scenario.

This document contains brief descriptions about Voice over IP, Video over IP and the technical requirements needed to maintain Quality of Service in this kind of implementations. The second part includes the study, design and capacity planning of infrastructure requirements for ETAPA's convergent network, adding an economical analysis which compares different solutions. Finally, it contains a set of configurations for a pilot project - using Cisco and Asterix plattaforms – that shows a real convergent network.

Espinoza Mosquera Luis Alfredo
Montero Bermeo Andrés Xavier
Trabajo de graduación
Ing. Edgar Pauta Astudillo
Noviembre del 2008

DISEÑO DE LA RED EMPRESARIAL CONVERGENTE DE VOZ, DATOS Y VIDEO DE ETAPA

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los servicios de voz, video y datos han sido administrados y gestionados en redes independientes lo que ha llevado a mantener ambientes individuales y esquemas aislados. La tendencia actual de la utilización del protocolo IP para voz, video y datos origina que todos los servicios converjan en un solo ambiente con la consiguiente reducción de costos.

La utilización de redes convergentes en el entorno empresarial genera muchos beneficios asociados y reducción de costos si se las aplica correctamente. La integración de servicios de voz, video y datos sobre redes basadas en protocolos estándar como IP reduce la complejidad asociada y permiten la generación de nuevos servicios como plataformas call-center, movilidad, ambientes integrados, mensajería unificada, etc.

Para ETAPA, el optimizar su infraestructura de datos y voz, y generar esquemas de administración de sus comunicaciones mejorará la productividad de sus empleados así como la utilización de procesos de gestión desembocará en un adecuado control de los recursos.

Las opciones planteadas durante el presente trabajo consideran el ambiente propietario Cisco así como los ambientes de tipo Open Source (basado en plataforma Linux). El enfoque del estudio no se centra

únicamente en los aspectos técnicos que pueden brindar las diferentes soluciones sino va más allá al estimar los costos asociados a la propiedad de la solución (TCO - Total Cost Ownership) y el retorno de la inversión (ROI), para de esta manera recomendar la mejor solución para la empresa durante el tiempo de vida estimado.

Los elementos de la arquitectura sugerida se basan en la tendencia tecnológica en el mercado, la optimización de la infraestructura existente y los protocolos estándar utilizados, para de esta manera asegurar que su operatividad y funcionamiento sea el mejor. Se ha considerado la interconectividad hacia la PSTN, redes celulares y la migración paulitana de la infraestructura actual para la reutilización de los elementos de voz. El dimensionamiento de la red y la carga asociada ha sido determinado en base al tráfico y consumo generado durante los meses de Agosto y Noviembre del año 2007.

El modelo de convergencia planteado para una red multipropósito para ETAPA redundará en el crecimiento e integración de los servicios basados en TICs para los siguientes años generando un reto tecnológico y cultural así como abriendo nuevas opciones de mercado que podrían ser explotadas por ETAPA y canalizadas hacia sus clientes.

INTRODUCTION

Traditionally, data, voice and video services have been designed, implemented and managed over independent networks generating isolated and individual schemas with administration problems, cost increase and over-work associated to a complexity involved. The network development and the use of IP based-protocol for voice, data and video services produce cost savings and technology convergence.

The correct use of unified networks in today organizations provides many benefits such as complexity decrease through voice, data and video service integration over the same network, which allows scalability and management facility. In addition, this integration offers the possibility to implement new related services like call-center, unified messaging, combined infrastructure, mobility, video conference, etc.

In ETAPA, the optimization of data, voice and video infrastructure, together with a management plan for the whole communication process and technology will provide many profits related with user's productivity increase and communication control tools.

The present document includes two kinds of technological environment analysis. One of them is about a proprietary platform like Cisco and Huawei with their own hardware and software, and the other one is based in Open Source products over Linux operating system. This study covers not only the technical point of view, but also gives an economical analysis bases in TCO – Total Cost Ownership – and ROI – Return Of Inversion – in order to determine the best choice for ETAPA during the solution lifetime.

The architecture designed is based on current technical-market trends, infrastructure optimization and worldwide-standard protocols, in order to guarantee the work, performance and platform interoperability. It includes PSTN and cellular networks interconnectivity; and a gradual migration process from the actual infrastructure to a new and optimized design which considers voice equipment requirements and reutilization. The network size has been defined from telephone consumptions and traffic information of August and November 2007.

This multi-purpose convergent network model for ETAPA will provide new TIC-based services with scalable and integrated features that will cause a technological and cultural challenge, thus generating market opportunities that could be exploited and offered to Cuenca's citizens through new public services.

CAPÍTULO 1

REDES CONVERGENTES

1.1 Introducción

La convergencia de las redes de datos, voz y video, tiene una enorme repercusión sobre las empresas, así como sobre la estrategia tecnológica. Las redes IP convergentes reducen los costes y la complejidad ya que una infraestructura común para las comunicaciones de voz y datos contribuye a reducir los costes de administración de sistemas, hardware y soporte. Al mismo tiempo, una red IP convergente ofrece una gama mucho más amplia de servicios con una mínima o nula inversión adicional.

Asimismo, las redes convergentes ofrecen una plataforma para servicios de colaboración y comunicación de valor añadido. La convergencia permite integrar la gestión de correo electrónico, mensajería instantánea, conferencias, presencia de usuarios y voz, TI aumentando la productividad y creando nuevas prácticas laborales que aporten mayor valor. Asimismo, una estructura unificada permite satisfacer con mayor eficacia las necesidades de acceso de los distintos usuarios de toda la empresa.

La creación de estándares abiertos ha sido uno de los principales motivadores para el desarrollo de aplicaciones que funcionan sobre nuevas tecnologías. Un ejemplo de esto es la telefonía IP, la cual actualmente representa uno de los factores más importantes de convergencia de redes de voz y redes de datos. Otro caso es el de las redes celulares, mismas que han venido creciendo y evolucionando hasta que en un futuro no lejano comenzaremos a ver su convergencia con las redes de voz y de datos.

La convergencia de las redes celulares con las redes empresariales de datos abrirá las puertas a una gran gama de aplicaciones basadas en una movilidad "real".

El tener un canal de acceso a la red de nuestra empresa que sea totalmente móvil e independiente de nuestra ubicación "pone la mesa" para el desarrollo de un gran número de soluciones y automatización de procesos que hasta el día de hoy están limitados por acceso a las redes.

Tampoco debemos perder de vista la convergencia que vemos en los dispositivos. Es cada vez más clara la convergencia entre las PDAs, los teléfonos celulares y recientemente las cámaras fotográficas. Existen ya actualmente dispositivos PDAs con cámara fotográfica, teléfonos con cámara fotográfica, o bien teléfonos con organizador electrónico o PDAs con teléfono celular. Sin embargo, muchos de estos dispositivos son limitados ya sea por una resolución pobre de las cámaras fotográficas, limitación en el espacio de almacenamiento, incompatibilidad de sistemas operativos y sobre todo el que todos estos dispositivos son un poco difíciles de utilizar eficientemente ya sea por tener teclados que son muy pequeños o interfaces de usuario incómodas. Como una respuesta a estas dificultades, los protocolos como VoiceXML y SALT darán entrada a dispositivos sin teclados ni botones que serán completamente manejados por comandos de voz.

En conclusión, la gran convergencia que se está desarrollando no solo entre redes de voz, redes de datos y redes celulares sino también en los diferentes dispositivos, resulta un escenario que no podemos perder de vista. Esta gran multi-convergencia traerá una gran variedad de soluciones y servicios que cambiarán los esquemas de trabajo que conocemos actualmente. Sin embargo, el tema de la seguridad no dejará de ser importante, y aunque posiblemente muchos de los protocolos de seguridad sean manejados internamente en las redes no debemos restarle importancia al desarrollo de una cultura de redes seguras entre los empleados de las empresas.

1.2 Video Conferencia

Uno de los grandes avances dentro de Internet en los últimos años ha sido, sin lugar a dudas, la posibilidad de transmitir imágenes y sonidos en forma combinada en tiempo real entre grupos de usuarios, lo que comúnmente se conoce como videoconferencia.

Históricamente la videoconferencia y la telefonía a través de Internet tenían el problema del ancho de banda, y sus limitaciones a la hora de transmitir información "pesada" (como el video y el audio) lo que ha tenido solución recientemente cuando se desarrollaron aplicaciones para la compresión y descompresión.

Hoy en día, la potencia de las computadoras personales, asociadas a la irrupción de nuevos dispositivos -como las videocámaras de bajo coste y las webcams- ha facilitado la llegada de las videoconferencias al usuario "común". Si bien, la mayor utilización lugar en las empresas para la ejecución de reuniones a distancia (por ejemplo, entre sucursales de una empresa), la educación a distancia se perfila como un sector de grandes e innumerables posibilidades.

1.3 Voz sobre IP –VoIP- y Telefonía sobre IP –ToIP

Lo primero que surgió fue VoIP, en este espacio de la evolución solamente se transportaba o enrutaba la voz, sin formar parte de la señalización, es mas, una buena implementación VoIP transporta toda la señalización de un lado a otro. Los equipos de voz sobre IP miembros de una red tenían entre todos el mismo nivel o jerarquía respecto a la señalización de voz.

El caso con la telefonía IP es bastante diferente, en este caso se toma la señalización originada por el CPE (dispositivo del usuario), se la interpreta, y da el servicio que este solicita, en este caso se tiene perfectamente definido equipos de usuario o equipos cliente y equipos servidores y equipos que están en las instalaciones de los proveedores de servicios.

La ToIP a su vez la podemos dividir en dos las aplicaciones ToIP publicas y las aplicaciones ToIP privadas. Las aplicaciones públicas están destinadas a remplazar la telefonía pública y convertirse en componente fundamental de lo que se conoce como triple play (voz, video, Internet). La ToIP privada

esta para remplazar las tradicionales PBX, naciendo el concepto de IPPBX, inicialmente costosa, pero actualmente una opción mas económica y mucho mas funcional que las PBX tradicionales.

La asimilación de la VoIP a la transmisión de voz mediante Internet es tan frecuente que en muchos casos se tratan como sinónimos a pesar de que no lo son. De manera general, puede definirse a la VoIP como la transmisión de voz a través de redes que utilicen protocolo IP, sin considerar si la red portadora es Internet, u otro tipo de red pública o privada. El rasgo distintivo de la VoIP es la utilización de la conmutación de paquetes en modo datagrama mediante la utilización del protocolo IP, a diferencia de la conmutación de circuitos de la telefonía básica.

Aunque actualmente se utilizan y se puede encontrar en algunas publicaciones como equivalentes los términos: "telefonía IP" y "Voz sobre IP", existen matices que los diferencia uno del otro, pero en la mayoría de los casos puede emplearse en forma indistinta. Lo importante es la utilización de la tecnología IP para transportar las conversaciones de voz; haciendo uso de redes de banda ancha como ADSL, satélite, WiMax, WiFi, etc. La telefonía IP y las redes NGN utilizan tecnología VoIP pero no se limita al simple transporte de voz, sino que asocia el transporte de datos, y el uso de nuevas aplicaciones.

El tráfico de voz sobre IP a través de Internet, se ha convertido en una manera muy popular de ahorro en las comunicaciones, ya que resultan muy baratas pues todo lo que se requiere es una conexión a una red IP, como puede ser Internet, una PC equipada con el hardware y software adecuado, o simplemente un teléfono IP.

1.3.1 Realidad mundial

El cambio, que puede significar la ruptura respecto al servicio tradicional de voz si la oferta de VoIP llegara a sustituir a la telefonía tradicional, implicando cambios importantes, desde el punto de vista regulatorio y del mercado. Esta situación ha comenzado a preocupar a los operadores

telefónicos y su reacción es diversa, si bien la mayoría está considerando entre sus planes ofrecer el servicio como la única manera de mantener a sus clientes; a la par que generan nuevos ingresos, enfocando su actividad en servicios de valor agregado, datos. La voz como un servicio adicional, tal vez bajo el esquema de una tarifa plana.

La tecnología de voz sobre IP ha alcanzado un nivel de calidad aceptable, y ha resuelto algunos problemas de interoperabilidad, y se considera un servicio imprescindible para atraer clientes y por ello están siendo promocionadas fuertemente en Estados Unidos, Europa y Japón a partir de los planes de acceso en banda ancha a Internet con esquemas de tarifas planas.

1.3.2 Situación en el Ecuador

Desde un punto de vista regulatorio la situación de la tecnología de VoIP tiene una presencia incipiente, de hecho a nivel mundial no se han resuelto totalmente temas como servicio universal, planes de numeración, portabilidad numérica, interconexión, etc. Sin embargo la tendencia para la utilización de tecnología VoIP comienza a ser abundante en empresas privadas, y entre los operadores telefónicos también se constituye en una alternativa inevitable.

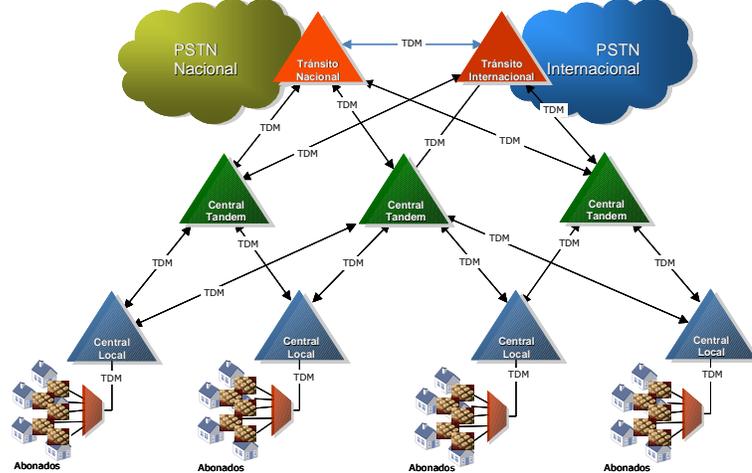
Fabricantes de tecnología probablemente descontinuarán la producción de tecnologías tradicionales, situación que obliga a los operadores a considerar planes de migración de sus redes. Por otro lado, todos los operadores entrantes han instalado, o están considerando en sus planes la implementación de plataformas que operan con tecnología VoIP.

1.4 El sistema telefónico tradicional

Conectar a todos los usuarios con todos los usuarios es una idea muy cara, e inviable tanto por costos como por recursos. Esta situación hace necesario que se agrupe a los abonados para reducir el número de conexiones; este agrupamiento de conexiones tiene lugar en nodos denominados centrales. Sin embargo, el número de centrales sigue siendo demasiado elevado para

conectarlas todas entre sí, por lo que se van conectando en una estructura jerárquica de centrales, hasta alcanzar un nivel en que las centrales sí que se conectan una red enmallada (todas con todas).

Gráfico 1: Esquema de un sistema telefónico tradicional



Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

En una red de este tipo, para conectar un abonado de una central con otro abonado de una central distinta, es necesario recorrer el árbol jerárquico completo. En algunos casos, esto es altamente ineficiente y consume recursos innecesarios. La solución consiste en superponer a la red jerárquica, una red complementaria en la que existen enlaces directos entre centrales entre las que existe un tráfico frecuente. Por tanto, será necesario un plan de encaminamiento que indique la ruta óptima para enlazar los abonados entre sí, ya que hay, al menos, dos caminos disponibles: uno por la red jerárquica y otro por la red complementaria.

1.4.1 Centrales de conmutación

Una de las funciones básicas de las centrales de conmutación, tanto pública como privada, es la interconexión de usuarios, también llamada conmutación. Un conmutador, en su manera más simple, es un conjunto de entradas y salidas que se interconectan siguiendo un cierto algoritmo, de tal forma que la conmutación consiste en transferir la señal presente en una entrada a una salida libre. Esta transferencia puede llevarse a cabo tanto entre caminos físicos (conmutación espacial) como entre instantes dentro de un mismo camino físico (conmutación temporal). En general, un

conmutador está formado por diferentes etapas, cada una de las cuales puede realizar conmutación temporal o espacial. Obviamente, la conmutación temporal implica la utilización de tecnología digital.

Además de la conmutación, las centrales de conmutación deben realizar otras funciones imprescindibles para conseguir un adecuado servicio telefónico:

- Selección y conexión
- Supervisión
- Explotación y mantenimiento.

1.4.2 Señalización

En las redes de conmutación de circuitos, como paso previo al intercambio de información entre los extremos, tiene lugar una reserva de recursos que garantiza que la comunicación podrá cursarse. Si no hay garantía de que la comunicación se pueda llevar a cabo se aborta el proceso y se avisa al usuario llamante. Los mecanismos a través de los cuales se comprueba que, efectivamente, a lo largo del camino entre el origen y el destino existen recursos disponibles reciben el nombre genérico de señalización.

Dentro de la información de señalización pueden distinguirse tres categorías:

Supervisión: trata de detectar los cambios de estado en la línea telefónica con el fin de reaccionar con una respuesta adecuada.

Direccionamiento: a partir del número de teléfono del abonado destino, la red telefónica debe determinar el camino idóneo para alcanzarlo.

Aviso: soporta la interacción con el usuario a través de tonos y señales que informan de la ocurrencia de ciertas condiciones.

1.5 Tecnología de VoIP

1.5.1 CODEC (codificador – decodificador de voz)

La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital (muestreo – cuantificación y codificación) se hace con un equipo único, el codificador / decodificador (CODEC), que, además de llevar acabo la conversión A/D, comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación de eco.

El ahorro de ancho de banda para los servicios de voz puede lograrse de varias maneras y trabajar en diversos niveles. Por ejemplo, la compresión análoga puede ser parte del esquema de codificación (algoritmo) y no necesita la compresión digital adicional. Otra manera de ahorrar ancho de banda es el uso de la supresión del silencio, que es el proceso de no enviar los paquetes de la voz entre silencios en conversaciones humanas. También, la compresión de la señal digital, permite el ahorro de ancho de banda.

Se presentan algunos de los estándares de codificación más importantes cubiertos por la unión internacional de telecomunicaciones (ITU) y, como se puede ver, la calidad es menor cuanto mayor es la compresión, además de que se requiere mayor consumo de CPU.

Tabla 1: Estándares de CODEC's mas utilizados

Codec	Ancho de Banda TDM	Tasa de Paquetización (mseg)	Información de voz (bytes)	Paquete IP (bytes)	Frame Ethernet (bytes)	Ancho de Banda Ethernet (Kbps)	Frame Relay (bytes)	Ancho de Banda Frame Relay (Kbps)	PDU en AAL5 (bytes)	Encabezados ATM y padding	Ancho de Banda ATM (Kbps)
G.711	64Kbps	10	80	120	146	116.8	134	107.2	136	23	127.2
		20	160	200	226	90.4	214	85.6	216	49	106
		30	240	280	306	81.6	294	78.6	296	75	99.1
G.729	8Kbps	10	10	50	76	60.8	64	51.2	66	40	84.8
		20	20	60	86	34.4	74	29.6	76	30	42.4
		30	30	70	96	25.6	84	22.4	86	20	28.3
G.723.1	5.3Kbps	30	20	60	86	22.9	74	19.8	76	30	28.3
G.723.1	6.3Kbps	30	24	64	90	24	78	20.8	80	26	28.3

Algunos esquemas de compresión, tales como el G.729 y el G.723.1, consiguen una baja tasa de bits, reduciendo considerablemente la necesidad de ancho de banda, por lo que resultan apropiados para Internet. Por ejemplo, el G.723.1, aparecido en noviembre de 1988, incluye un esquema de compresión basado en la supresión de silencios y VAD (Voice Activity Detection). Estos esquemas de codificación intentan reproducir el sonido subjetivo de la señal, más que la forma de onda, pero son muy sensibles a la pérdida de paquetes o al jitter, por lo que emplean, por ejemplo, las técnicas de interpolación para reducir al mínimo estos efectos.

Los codecs que ofrecen caudal constante, por ejemplo, G.711 y G.729, son más adecuados para servicios orientados a conexión, mientras que la de caudal variable, por ejemplo, G.723.1, son los que mejor se adaptan a redes sin reserva de caudal constante. La compresión MPEG es la más eficiente y da mayor calidad, pero consume mucha capacidad de procesamiento e introduce mucho retardo por lo que no puede emplearse en aplicaciones interactivas (telefonía o videoconferencias).

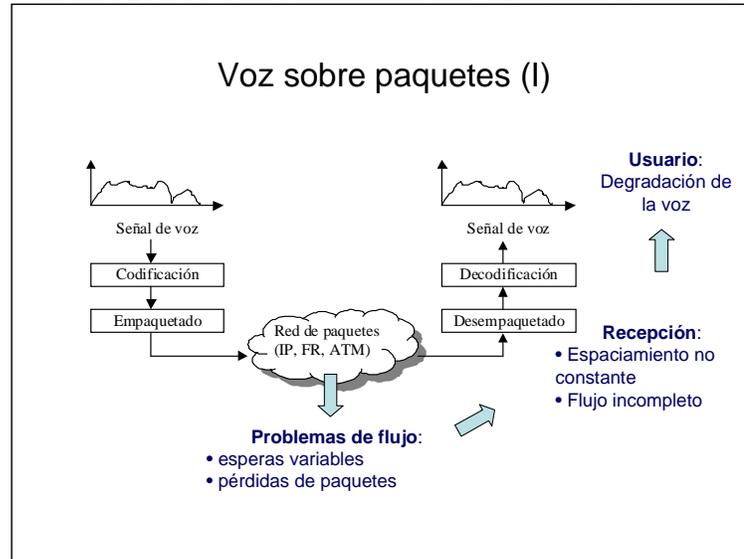
La salida del codec es una secuencia de datos, que se convierte en paquetes IP y se transporta a través de la red IP hasta su destino, que debe utilizar los mismos estándares, así como parámetros comunes, para poder realizar el proceso inverso, pues si no, el resultado es una comunicación inteligente.

1.5.2 Redes de voz sobre paquetes

Las redes de voz sobre paquetes, en general, pretenden utilizar las redes de datos para el transporte de voz. Lo que ocurre por tanto es la digitalización de la señal vocal y su conversión en paquetes (o tramas o celdas) del protocolo concreto de que se trate, IP en el presente trabajo. Además de prestar el servicio de telefonía utilizando como soporte la red de paquetes será necesario ofrecer todas las funciones propias de una red telefónica, tales como la señalización de llamada u otras funciones avanzadas (reenvío de llamadas, mensajería, etc.).

Las redes de voz sobre paquetes no dejan de ser redes de datos junto con algunos componentes adicionales que soportan las funcionalidades de telefonía. Así, además de routers, switches, y hubs en una red de VoIP podemos encontrar teléfonos IP, pasarelas y equipos encargados del control de llamadas y de la señalización.

Gráfico 2 Proceso de comunicación de voz extremo a extremo



Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

Además de la VoIP (servicios de telefonía prestados sobre redes IP) o ToIP (telefonía sobre IP), podemos encontrarnos con VoFR (servicios de telefonía prestados sobre redes soportadas por circuitos Frame Relay, orientados a la transmisión de datos); VoATM (servicios de telefonía prestados sobre redes ATM donde existe la posibilidad de ofrecer una calidad de servicio). MoIP (servicios multimedia – voz, datos e imágenes prestados sobre redes IP), FoIP (servicios de transmisión de fax prestados sobre redes IP) y otros más.

Los teléfonos IP son los terminales de usuario, motivo por el cual resultan críticos para el éxito del servicio de VoIP. En general, los usuarios presentan un interés escaso en la tecnología subyacente al servicio de que disfrutan. Un teléfono IP tiene el mismo aspecto que un teléfono convencional aunque puede incluir elementos adicionales como una pequeña pantalla y un teclado para navegar por la Web. Otra característica que lo diferencia de un teléfono convencional es su conexión a la red. En efecto, los teléfonos convencionales disponen de un conector Rj-11 a través del que se conectan a la red telefónica o la RDSI. Sin embargo, los teléfonos IP son equipos de datos y, por ello, su conector es del tipo Rj-45, típico de una red de datos Ethernet.

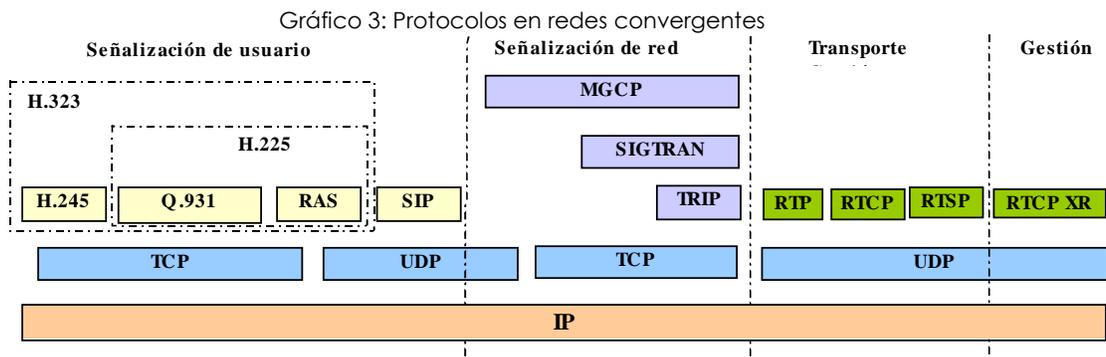
Un tipo especial de teléfonos IP son los **softphones**. Se trata de un software especial que se ejecuta en un computador (típicamente un PC) y que permite al usuario utilizar el computador como si de un teléfono estándar.

Otro componente de las redes de voz sobre paquetes es la pasarela (VoIP Gateway). Una pasarela, en su concepción más general, es un dispositivo encargado de la interconexión de redes heterogéneas soportando, por tanto, la traducción de protocolos, la conversión de formatos, etc. En el caso concreto de la VoIP, el gateway de voz permite el paso de la red IP a la red conmutada y viceversa. Gracias a las pasarelas, es posible recibir y lanzar llamadas a teléfonos convencionales.

Finalmente, son necesarios equipos que manejen la señalización dentro de la red de datos y que interaccionen, también a este nivel, con los conmutadores telefónicos de los operadores (hubs telefónicos, gatekeeper, MCU, etc.).

1.5.3 Protocolos Utilizados en VoIP

Al igual que ocurre en un sistema tradicional, las redes de voz sobre paquetes requieren de una serie de normas que especifiquen las funcionalidades y servicios que este tipo de redes deben proveer en todas y cada una de sus secciones. Estas normas son los protocolos y un aspecto muy importante es que tengan carácter abierto y que sean internacionalmente aceptados con el fin de garantizar la interoperabilidad entre productos de distintos fabricantes.



Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

1.5.4 Control de la comunicación.

En las redes telefónicas convencionales, una llamada consta de tres fases: establecimiento, comunicación y desconexión. Durante el establecimiento se reservan los recursos necesarios para que, en la fase de comunicación, la información pueda fluir libremente entre los dos extremos (llamante y llamado). Finalmente, en la desconexión se liberan los recursos que, previamente, se habían reservado y se pasa la información necesaria para que pueda ser tarifado (tasado). Este esquema continúa siendo válido, aunque con algunas diferencias, para las redes de voz sobre paquetes. En estos casos, tradicionalmente se han venido distinguiendo tres grandes grupos de protocolos, que pueden ir bien sobre TCP y/o UDP, y ambos sobre IP.

1.5.5 Protocolos de gestión

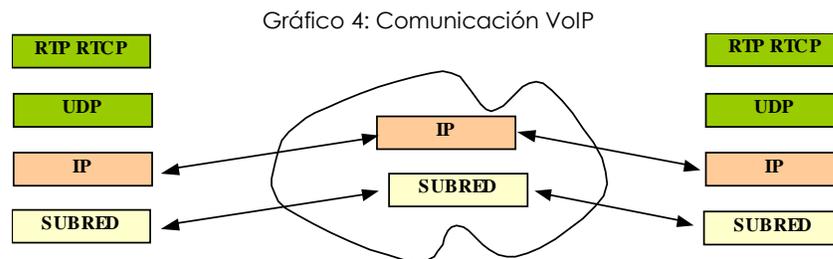
Cuando el tamaño de las redes aumenta se convierten en un entramado muy complejo de hardware y software y, si no se toman las medidas oportunas, se corre el riesgo de volverse inmanejable. Para la gestión y mantenimiento es muy útil conocer el grado de utilización de la infraestructura tecnológica. Todos estos aspectos son recogidos por los protocolos de gestión como RTCP XR (RTCP Reporting Extension).

1.5.6 Protocolos de transporte.

Son las normas que definen cómo debe realizarse la comunicación entre los extremos por un canal de comunicaciones previamente establecido. Los protocolos de transporte más empleados son RTP y RTCP. En esencia, el objetivo de cualquier comunicación es el intercambio de información entre los extremos de dicha comunicación, es decir, el transporte de información entre el origen y el o los destinos. Este transporte no solo incluye el trasladar los paquetes de información de un lado a otro sino que además, habrá que fragmentar y reensamblar los paquetes y proveer los mecanismos necesarios para reducir el impacto de las pérdidas, el jitter, el retardo, etc.

Los protocolos empleados en comunicaciones de audio y vídeo en tiempo real vienen definidas en la RFC 1889 y son RTP (Real time Protocol) para el intercambio de la información y RTCP (Real Time Control Protocol) para el control de dicho intercambio. Aunque la norma no lo indica explícitamente, tanto RTP como RTCP suelen emplearse sobre UDP ya que el servicio fiable que proporciona TCP daría lugar a un retardo demasiado elevado como consecuencia de las retransmisiones.

En una comunicación de voz sobre paquetes, cada canal de comunicaciones está compuesto por un flujo RTP y un flujo RTCP cuyos puertos UDP se eligen independientemente en cada extremo de la comunicación. El único requisito es que el puerto UDP asociado al flujo RTP sea par y el puerto UDP asociado al flujo RTCP sea el impar inmediatamente superior al del flujo RTP.



Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

1.5.7 Protocolos de señalización.

El objetivo es establecer un canal de comunicaciones a través del cual fluya la información del usuario y liberar el canal cuando finalice la comunicación. Para ello, debe existir un diálogo entre los componentes de la red y entre la red y los terminales de usuario. Son protocolos de señalización el H.323, SIP y MGCP.

Los protocolos de señalización en redes de voz sobre paquetes realizan muchas funciones similares a las que llevan a cabo sus homólogos en redes telefónicas (establecimiento de la sesión, señales de progreso de llamada, gestión de los participantes en la llamada, etc.). Sin embargo, dadas las

características particulares de las redes de paquetes deben encargarse, junto con las anteriores, de otras tareas específicas. Por otra parte, las expectativas de calidad del usuario exigen una red de señalización de altas prestaciones, pues la disponibilidad de la red debe ser similar a la de la RTPC (99.999%). Ésta es la razón la que la fiabilidad no sólo deba residir en los elementos de la red sino también en la arquitectura de señalización empleada.

Al igual que ocurría en las redes telefónicas convencionales en las que es posible distinguir entre señalización de usuario y señalización de redes, en redes de voz sobre paquetes también existe dos tipos de protocolos de señalización dependiendo del ámbito de ésta. Así, tenemos protocolos de señalización entre terminales y protocolos de señalización en la red IP.

En realidad, los protocolos de señalización entre terminales son comunes a cualquier tipo de comunicaciones multimedia (voz, video y audio) a través de las redes de paquetes. Aplicadas a la voz sobre paquetes, tienen como objetivo mantener la interfaz con el usuario típica de las redes telefónicas, es decir, generar los tonos y señales necesarios para que el usuario no perciba que la tecnología de soporte de las llamadas telefónicas ha cambiado. Los protocolos más destacados son el H.323 de la ITU y el SIP del IETF.

Tabla 2: Protocolos de señalización entre terminales

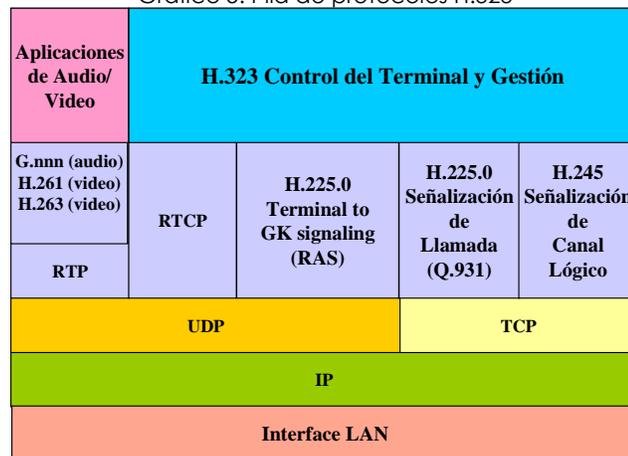
Descripción	H.323	SIP
Organismo de estandarización	ITU	IETF
Arquitectura	Distribuida	Distribuida
Versión actual	H.323v5 (jul 2003)	RFC 3261-3266
Responsable del control de llamadas	Gatekeeper	Servidor proxy o servidor de desvío
Puntos finales	Pasarela, terminal	Agente de usuario
Señalización	TCP o UDP	TCP o UDP
Soporte multimedia	Si	Si
DTMF-relay	h.245(señalización) o RFC 2833 (datos)	INFO (señalización) o RFC 2833 (datos)
Fax-relay	T.38	t.38
Servicios suplementarios	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas

Los protocolos de señalización en la red de paquetes, por su parte, surgen como respuesta a la necesidad de nuevas redes de señalización más baratas que las basadas en la conmutación de circuitos tradicional. El mayor coste económico asociado a la señalización procede del precio de las centrales de conmutación, que deben tener cierta inteligencia y capacidad de proceso puesto que las funciones de señalización se encuentran distribuidas entre todos los conmutadores de la red. A la hora de diseñar los protocolos de señalización se centralizan en un controlador que establece un diálogo con las pasarelas y las controla remotamente. Los protocolos más extendidos en este caso son MGCP (su estándar equivalente H. 248 o Megaco) y SIGTRAN.

1.6 H.323

H.323 es, en realidad, un conjunto de protocolos que definen los componentes y los medios de interacción entre los mismos que deben cumplirse para soportar comunicaciones multimedia sobre redes de paquetes sin conexión ni garantía de calidad de servicio, como es el caso de las redes IP. Originalmente fue desarrollado en 1996, bajo la protección de la ITU, para soportar conferencias multimedia sobre redes LAN (intranets), aunque con posterioridad se ha aplicado también a la voz sobre paquetes.

Gráfico 5: Pila de protocolos H.323



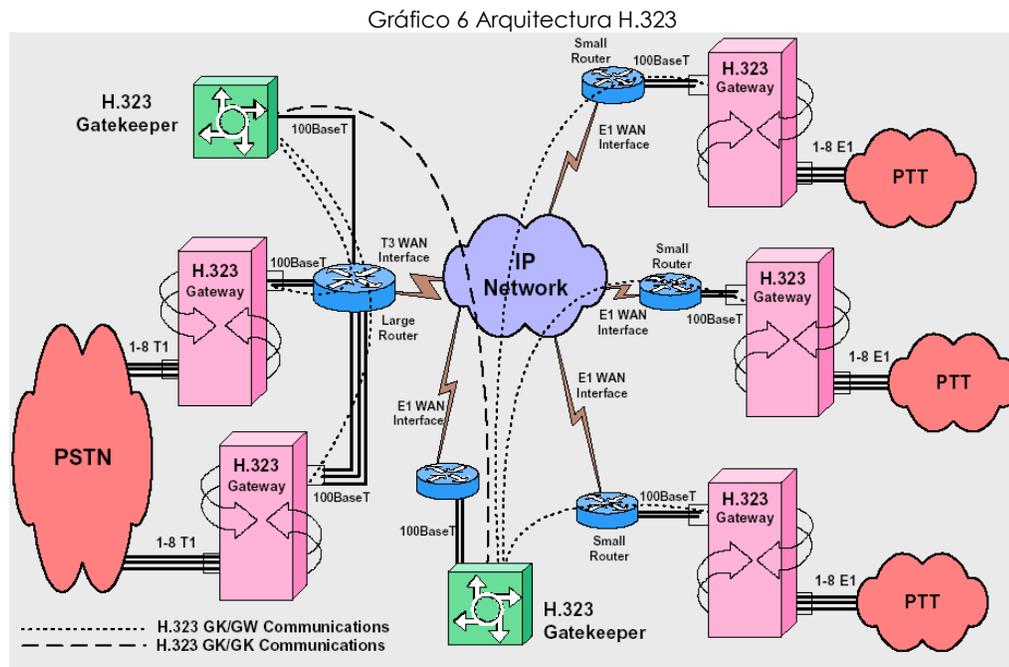
Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

Así, el protocolo H.323 es una suite de protocolos de audio y video preparada para compartir aplicaciones. La señalización se transporta sobre TCP y los protocolos más importantes son:

- Q.931 maneja la inicialización y fin de las llamadas.
- H.245 negocia las capacidades y el uso de los canales.
- H.225 realiza la autenticación y otras funciones de seguridad.

1.6.1 Arquitectura H.323

La gráfica muestra la arquitectura de una red H.323 sobre IP, siguiendo la estructura de niveles del modelo de referencia OSI. En el estándar H.323 se identifican claramente dos elementos: terminales y gatekeepers. El terminal es el dispositivo a través del cual se comunicará el usuario, es decir, teléfonos IP, teléfonos software y terminales de vídeo conferencia. El otro elemento citado, el gatekeeper, representa un punto central donde los usuarios se registran para participar en los servicios de telefonía IP. Los gateways y MCU, son opcionales y solamente se requieren para ciertos casos, no en todos.



1.6.2 Terminales

Los Terminales son los equipos utilizados por los usuarios finales y abarcan desde teléfonos tradicionales (analógicos, RDSI, GSM, etc.), hasta teléfonos

IP pasando por computadores (equipados con tarjeta de sonido, micrófono y alta voces) y sistemas de grupo o sala. Las comunicaciones de audio son obligatorias, quedando las de video y datos como opcionales, aunque, en cualquier caso, deben ser todas bidireccionales. Todos los terminales deben soportar H.245, Q.931, RAS y RTP.

1.6.3 Gateways (Pasarelas)

Las Pasarelas se encargan de la interconexión de una red H.323 con otra red que no lo sea. Sus funciones básicas son la traducción de protocolos de establecimiento y liberación de llamadas y la conversión de los formatos de la información entre diferentes tipos de redes. Son elementos opcionales cuando las comunicaciones multimedia se establecen entre equipos de una misma red local.

1.6.4 Gatekeepers.

El Gatekeepers de los que puede haber más que uno, es el componente más criticado de una red H.323, cuando está presente, puesto que se encarga de las tareas de control en una zona de influencia. Dentro de su zona, el gatekeepers provee una serie de servicios a entidades registradas, entre las que se encuentran la gestión de zona, el control de admisión, la gestión del ancho de banda y la traducción de direcciones (IP – número de teléfono).

1.6.5 Unidad Multiconferencia

Las Unidades de control multipunto (MCU, Multiconference Control Unit): se emplean en comunicaciones simultáneas entre más de dos usuarios (multiconferencias). Se encargan de mezclar los flujos de audio y vídeo y distribuir dichos flujos entre los participantes. La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de vídeo (opcional) se trata con la norma H.261 o H.263.

Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la compartición de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.

1.7 SIP

Como alternativa a H.323, el IETF publicó en marzo del año 1999 el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) bajo la RFC 2543. Se trata de un protocolo de control de la capa de aplicación que define cómo establecer, modificar o finalizar una sesión entre dos o más extremos, independientemente del tipo de sesión de que se trate. Otro protocolo, el SDP (Session Description Protocol), es el encargado de describir el tipo de sesión concreto. SIP puede utilizarse conjuntamente con MGCP o H.248 con un softswitch, o puede proporcionar el control total para el establecimiento de llamadas a los usuarios finales.

A diferencia de lo que sucede en H.323, en SIP solo se definen los elementos que participan en un entorno SIP y el sistema de mensajes que intercambian estos. Estos mensajes están basados en HTTP y se emplean esencialmente en procedimientos de registro y para establecer entre qué direcciones IP y puertos TCP/UDP intercambiarán datos los usuarios. En este sentido, su sencillez es altamente valorada por los desarrolladores de aplicaciones y dispositivos. Ésta es una de las razones por las que SIP se perfila como el protocolo ideal para el desarrollo de nuevos modelos y herramientas de comunicación, además de la telefonía y videoconferencia IP.

Además de los terminales de usuario, en la arquitectura SIP se identifican los servidores Register, Proxy, Redirect y Location que son los elementos clave para poder ofrecer "Presencia" y "Movilidad" a un usuario SIP.

Cuando un usuario o terminal SIP desea establecer una comunicación con otro, envía un mensaje a su servidor Proxy para conocer la dirección física que tiene en ese momento el destinatario de la comunicación. En esta fase, el llamante indicará al servidor Proxy la dirección lógica del usuario llamado, por ejemplo su dirección de correo electrónico, y con ella, el servidor Proxy

escalará la consulta al servidor Location quien resolverá la localización física del usuario llamado.

Otra de las claves del desarrollo e implementación de SIP es su sencillez. La suite de protocolos que participan en SIP es muy sencilla. A efectos de transporte y codificación de la voz y vídeo se utilizan los mismos protocolos que en H.323: UDP, RTP, RTCP para el transporte; y H.26x y G.7xx para la compresión. Por otra parte, en lo relativo a establecimiento de llamadas y proceso de registro solo define un nivel a través del cual se inician los mensajes SIP en la red; nivel accesible desde niveles superiores de aplicación. Esto significa que estos mensajes pueden ser iniciados desde XML, CGI en Perl, TCL o C++, entre otros.

SIP tiene la ventaja que el proceso de establecimiento de llamada es mucho más simple que con H.323, reduciendo de 15 a 5 el número de mensajes necesarios para ello. Otra de las grandes ventajas que aporta es su gran flexibilidad a la hora de soportar servicios; por ejemplo SIP – T (la T de Teléfono) se ha desarrollado para satisfacer las necesidades de facturación (billing) de los proveedores de servicio. También ha sido adoptado por el 3GPP como la tecnología para soportar servicios multimedia de 3ª Generación en las redes móviles.

SIP se basa en el modelo de Internet y usa código de texto ASCII al igual que el http. Su direccionamiento es parecido al del correo electrónico: userID@host, pudiendo ser el user ID un nombre o un número de teléfono.

1.7.1 Arquitectura SIP

La arquitectura de SIP es muy similar a la de http, las solicitudes del cliente son enviadas a un servidor, éste las procesa y envía una respuesta al cliente. El estándar distingue entre agentes de usuario y servidores de red. Los agentes de usuario (UA, User Agent) son los terminales de los que parten las solicitudes de iniciar una nueva llamada o de terminar una llamada en curso. Los agentes de usuario, por ejemplo, pueden ser teléfonos IP o softphones.

Los servidores o servicios de red, por su parte, actúan como intermediarios en las comunicaciones entre los agentes de usuario y existen cuatro tipos, que son:

1.7.2 Servidor proxy

Es una entidad intermedia que actúa como servidor y como cliente y que realiza peticiones de parte de otros clientes. Estas peticiones son servidas internamente o reenviadas a otros servidores.

1.7.3 Servidor de localización

Proporciona información acerca de la localización del usuario. Si un usuario A desea comunicarse con un usuario B, en primer lugar A necesita descubrir la localización actual de B en la red, con el fin de que la petición de establecimiento de sesión pueda llegarle. Además, hay que tener en cuenta que el usuario B puede estar en diferentes lugares en instantes distintos, incluso ser alcanzable por varios medios simultáneamente (por ejemplo, a través de un PC o de un teléfono convencional).

1.7.4 Servidor de redirección

Acepta una petición SIP, mapea la dirección en cero o más direcciones nuevas y devuelve estas direcciones al cliente. A diferencia de los servidores proxy, los servidores de redirección no inician su propia petición SIP. Tampoco pueden aceptar o terminar llamadas como ocurre con las UAS.

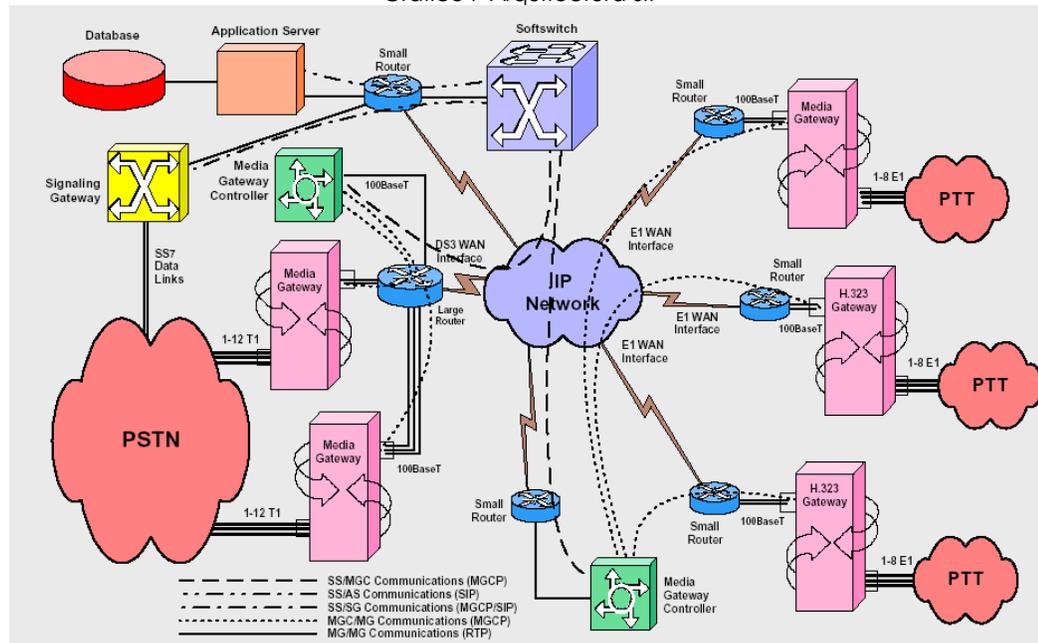
1.7.5 Servidor de registro

Acepta peticiones de registro de los UAC y actualiza la información relativa a cada uno de ellos en una base de datos de localización.

Tanto H.323 como SIP son consideradas arquitecturas peer-to-peer o descentralizadas. Gran parte de la inteligencia en ambas arquitecturas reside en los terminales y aunque existan elementos centrales (gatekeeper,

proxy y register) se podría operar sin ellos si se conociera la dirección física del interlocutor.

Gráfico 7 Arquitectura SIP



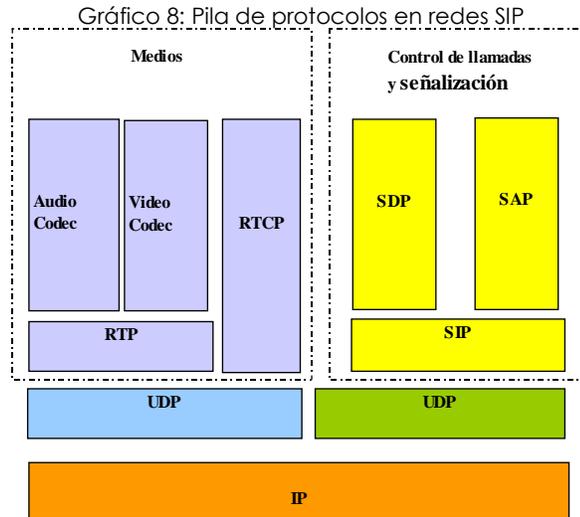
Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

1.7.6 Protocolos de SIP

Los mensajes SIP se transportan utilizando UDP, siendo la opción más habitual, o TCP, aunque el IETF ha diseñado otro protocolo, el SCPT (Stream Control Transport Protocol), para transporte fiable de señalización sobre IP.

SDP (Session Description Protocol) se encarga de la descripción de las características de la sesión entre los extremos, proporcionar información acerca de los flujos de datos a los respectivos receptores.

Por otro lado SAP (Session Announcement Protocol) es utilizado para la publicación de sesiones multicast mediante el envío periódico de un paquete de anuncio que contiene una dirección y un puerto multicast conocidos.



1.8 TRIP

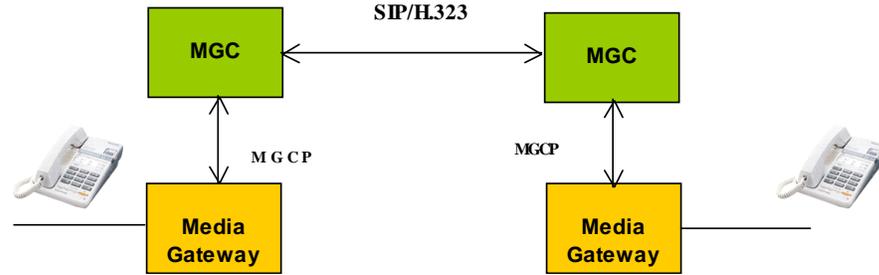
El protocolo TRIP (Telephony Routing over IP) define un sistema de políticas interadministrativas para la notificación de alcanzabilidad de los destinos en las comunicaciones entre servidores de localización, así como la información que debe acompañar a dichas notificaciones.

1.9 MGCP

MGCP (Media Gateway Control Protocol) define la comunicación entre elementos de control de llamada denominados agentes de usuario o controladores de pasarela (MGC, Media Gateway Controller) y las pasarelas de voz sobre paquetes.

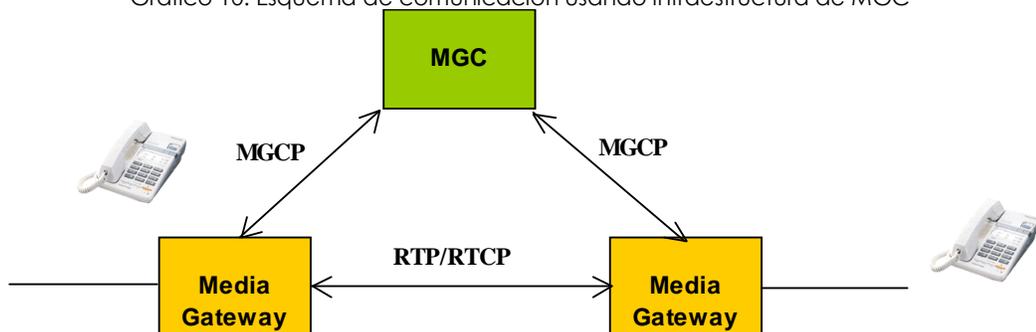
MGCP simplifica las pasarelas al máximo, limitando sus funciones a la interconexión con redes de conmutación de circuitos, la notificación a los MGC de los eventos que ocurren en los terminales y la ejecución de comandos procedentes de los MGC. La inteligencia del control de llamadas se ubica en los MGC que envían comandos a las pasarelas que están bajo su control. La comunicación entre los MGC y las MG se basa en el intercambio de comandos y la recepción de señales que indican el resultado de la ejecución de dichos comandos en la MG. Debido a la simplicidad del protocolo, el número de comandos y señales definidos en MGCP es muy reducido.

Gráfico 9: Esquema de dialogo entre dos terminales SIP/H.323



La figura muestra el diálogo necesario para el establecimiento de una comunicación entre dos terminales de usuario conectados a dos pasarelas distintas pero dependiendo del mismo controlador. Cuando el llamante descuelga su teléfono, la pasarela envía la señal NOTIFY al MGC, genera el tono de invitación a marcar y recoge los dígitos marcados que forman el número de teléfono del destino. Este número de teléfono es enviado al MGC que se encarga de determinar la ruta que seguirá la llamada hasta el destino. En realidad, este encaminamiento tiene como objetivo determinar cual es la pasarela de la que depende el terminal de destino. Una vez que la ha encontrado, se comunica con ella y ésta hace sonar el teléfono destino. Si el destino descuelga, el MGC comienza a enviar una serie de comandos que tiene como consecuencia el establecimiento de las sesiones RTP/RTCP correspondientes.

Gráfico 10: Esquema de comunicación usando infraestructura de MGC



1.10 SIGTRAN

El modelo planteado por MGCP presenta algunas limitaciones consecuencia de la simplicidad de las pasarelas. Debido, precisamente, a esta simplicidad la transmisión de señalización procedente de la red telefónica hasta un elemento de la red IP se vuelve muy compleja o imposible ya que las pasarelas no soportan la señalización por canal común sino que ésta es responsabilidad del controlador.

La solución es SIGTRAN (Signalling Transport). SIGTRAN es un protocolo desarrollado para permitir que la señalización de redes de VoIP alcance prestaciones similares a las del SS7 (Sistema de Señalización N°7) típico de las redes públicas telefónicas convencionales por conmutación de circuitos.

Este estándar distingue tres componentes estructurales: la pasarela de medios, la pasarela de señalización y el controlador de la pasarela de medios:

Pasarela de medios (MG, Media Gateway): constituye el punto de terminación de las llamadas procedentes de la red telefónica convencional. Se encarga de la compresión y empaquetamiento de la voz así como de entregar los paquetes de voz a la red IP para que sea ésta la que lo haga llegar al destino apropiado. En el caso de que las llamadas se originen en la red IP, el proceso es el inverso. Además, también transporta la señalización Q.931 al MGC en llamadas RDSI.

Controlador de pasarelas de medios (MGC, Media Gateway Controller): es el responsable del registro y de la gestión de los recursos de las MG, de las decisiones de encaminamiento basándose en una política local, etc. También se encarga del diálogo con las CO del operador a través de la SG. Contiene una base de datos en la que se mapean las direcciones IP y los números de teléfono en formato E.164.

Pasarela de señalización (SG, Signalling Gateway): se trata de un agente ubicado en las fronteras de la red IP que intercambia señalización SS7 con la red telefónica. Genera paquetes de señalización con formato SIGTRAN y los envía por la red IP. Normalmente, estos paquetes de señalización tienen como destino un MGC.

Un aspecto muy importante es que SIGTRAN controla los mecanismos de señalización entre las pasarelas (MG o SG) y su controlador. Sin embargo, el MGC también debe ser capaz de controlar los terminales de usuario a través de algún otro protocolo de señalización como H.323 o SIP.

1.11 Telefonía IP y NGN

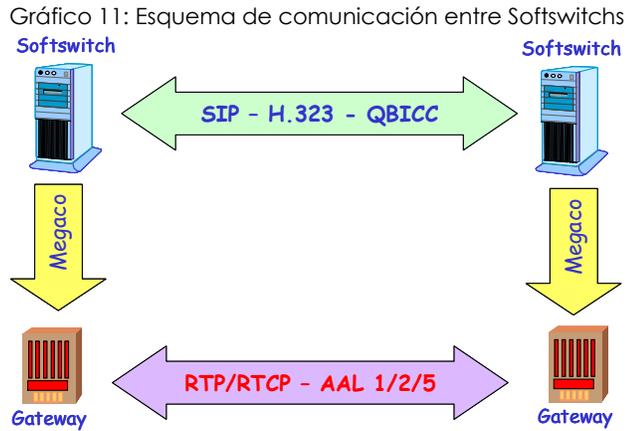
El desarrollo de las tecnologías de VoIP y su aplicación a la telefonía IP han impulsado el concepto de las Redes de Nueva Generación (NGN). En esta red a diferencia de los sistemas VoIP en donde la inteligencia se encuentra distribuida en los puntos terminales y utiliza protocolos H.323 y SIP, en NGN la Inteligencia se encuentra centralizada en los MGC; y utiliza protocolos MGCP, H248.

1.11.1 MGCP / Megaco

Originalmente desarrollado para resolver la integración entre VoIP y SS7 (H.323 no escala para una implementación masiva de servicios PSTN). En el modelo MGCP se retira la función de control de señalización del gateway y se la implementa sobre el Media Gateway Controller (MGC). La función de señalización puede implementarse en un componente dedicado, el Signalling Gateway (SG) que provee el interworking entre la red de señalización N°7 y la señalización IP. Resulta una arquitectura de múltiples Media Gateways controlados por el MGC. Megaco (IETF) es una mejora del MGCP que provee mayor escalabilidad (múltiples Trunk Gateways con miles de E1-T1s).

La arquitectura MGCP-Megaco propone la separación entre la inteligencia de control y la información de usuario (media). Se basa en un esquema Cliente-Servidor, donde el MGC tiene absoluto control sobre el MG, y éste

simplemente ejecuta los comandos (envía tonos DTMF, aplica un determinado codec, ejecuta algoritmos de cancelación de eco, etc.). Una diferencia fundamental frente al modelo SIP, que se basa sobre un esquema peer-to-peer. El MGC envía comandos al MG para conectar canales TDM con flujos RTP hacia la red de paquetes. Se emplea SIP para la comunicaciones entre MGC.



Fuente: ARRIETA, Victor, Apuntes de clase

1.11.2 Comparación entre SIP y MGCP/Megaco

Tabla 3: Comparación SIP - MGCP/MEGACO

SIP	MGCP/Megaco
Arquitectura Peer-to-Peer	Puede emplearse para proveer servicios sobre la red
Se emplea para la intercomunicación entre dos MGCs	Controla los elementos de la capa de adaptación (Media Gateways)
Solución IP "pura"	Solución de coexistencia entre IP y PSTN
Arquitectura "horizontal" basada en protocolo de Internet	Copia la arquitectura de control y señalización de la Red Inteligente
End points (dientes SIP) inteligentes	Inteligencia centralizada en el MGC, end points simples

1.11.3 Comparación entre SIP, H.323 y MGCP

Tabla 4: Comparación entre SIP, H.323 y MGCP

	SIP	H.323	MGCP Megaco
Filosofía	Horizontal	Vertical	Vertical
Complejidad	Baja	Alta	Alta
Alcance	Simple	Complejo	Parcial
Escalabilidad	Alta	Baja	Media
Soporte de nuevos servicios	Buena	Pobre	Moderada
Enfoque Internet	Si	No	No
Compatibilidad con SS7	Pobre	Pobre	Buena

CAPÍTULO 2

CALIDAD EN VoIP

2.1 Introducción.

En las eventuales congestiones de enlaces que son parte del recorrido del tráfico entre dos equipos (host, o terminal) de distintas redes, cada paquete de información compite por un poco de ancho de banda disponible para poder alcanzar su destino. Típicamente, las redes operan en la base de entrega del mejor esfuerzo (irónicamente llamado WWW: World Wide Wait), donde todo el tráfico tiene igual prioridad de ser entregado a tiempo. Cuando ocurre la congestión, todo este tráfico tiene la misma probabilidad de ser descartado. En ciertos tipos de datos que circulan por las redes hoy en día, por ejemplo, tráficos con requerimientos de tiempo real (voz o video), es deseable que no ocurra pérdida de información, que exista un gran ancho de banda disponible, y que los retrasos en los envíos de surge la necesidad de aplicar Calidad de Servicio (QoS) en el nivel del transporte de datos, métodos de diferenciación de tráficos particulares con el fin de otorgar preferencia a estos datos sensibles.

Se entiende por "Calidad de Servicio", a la capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo a su vez con los requerimientos de ciertos parámetros relevantes para el usuario final. Esto puede entenderse también como el cumplimiento de un conjunto de requisitos estipulados en un contrato (SLA: Service Level Agreement) entre un ISP (Internet Service Provider, proveedor de servicios de Internet) y sus clientes. El protocolo de comunicación IPv4 (Internet Protocol Version 4) contiene especificaciones que permiten ejercer manipulaciones sobre estos paquetes, las cuales deben ser manejadas por los enrutadores al momento de implementar QoS. Sin embargo, en los últimos años, se han estado afinando detalles acerca de un nuevo estándar para el protocolo de Internet (IP), éste es llamado IPv6 (Internet Protocol

Version 6), el cual contiene nuevas y reestructuradas especificaciones para ejercer QoS.

Al contar con QoS, es posible asegurar una correcta entrega de la información necesaria o crítica, para ámbitos empresariales o institucionales, dando preferencia a aplicaciones de desempeño crítico, donde se comparten simultáneamente los recursos de red con otras aplicaciones no críticas. QoS hace la diferencia, al prometer un uso eficiente de los recursos ante la situación de congestión, seleccionando un tráfico específico de la red, priorizándolo según su importancia relativa, y utilizando métodos de control y evasión de congestión para darles un tratamiento referencial. Implementando QoS en una red, hace al rendimiento de la red más predecible, y a la utilización de ancho de banda más eficiente.

Durante los últimos años han surgido variados métodos para establecer QoS en equipamientos de redes. Algoritmos avanzados de manejo de cola, modeladores de tráfico (traffic shaping), y mecanismos de filtrado mediante listas de acceso (access-list), han hecho que el proceso de elegir una estrategia de QoS sea más delicado. Cada red puede tomar ventaja de distintos aspectos en implementaciones de QoS para obtener una mayor eficiencia, ya sea para redes de pequeñas corporaciones, empresas o proveedores de servicios de Internet.

Existen tres modelos en los que se divide el despliegue de calidad de servicio:

Servicio de Mejor Esfuerzo. Se le llama servicio de mejor esfuerzo al que la red provee cuando hace todo lo posible para intentar entregar el paquete a su destino, donde no hay garantía de que esto ocurra. Una aplicación enviará datos en cualquier cantidad, cuando lo necesite, sin pedir permiso o notificar a la red. Éste es el modelo utilizado por las aplicaciones de Ftp y Http. Obviamente, no es el modelo apropiado para aplicaciones sensibles al retardo o variaciones de ancho de banda, las cuales necesitan de un tratamiento especial.

Servicios Integrados (IntServ: Integrated Services). Provee a las aplicaciones de un nivel garantizado de servicio, negociando parámetros de red, de extremo a extremo. La aplicación solicita el nivel de servicio necesario para ella con el fin de operar apropiadamente, y se basa en la QoS para que se reserven los recursos de red necesarios antes de que la aplicación comience a operar. Estas reservaciones se mantienen en pie hasta que la aplicación termina o hasta que el ancho de banda requerido por ésta sobrepase el límite reservado para dicha aplicación. El modelo IntServ se basa en el Protocolo de Reservación de Recursos (RSVP) para señalar y reservar la QoS deseada para cada flujo en la red. Debido a que la información de estados para cada reserva necesita ser mantenida por cada enrutador a lo largo de la ruta, la escalabilidad para cientos de miles de flujos a través de una red central, típicos de una red óptica, se convierte en un problema.

Servicios Diferenciados. Este modelo incluye un conjunto de herramientas de clasificación y mecanismos de cola que proveen a ciertas aplicaciones o protocolos con determinadas prioridades sobre el resto del tráfico en la red. DiffServ cuenta con los enrutadores de bordes para realizar la clasificación de los distintos tipos de paquetes que circulan por la red. El tráfico de red puede ser clasificado por dirección de red, protocolo, puertos, interfaz de ingreso o cualquier tipo de clasificación que pueda ser alcanzada mediante el uso de listas de acceso, en su variante para la implementación de QoS. Al utilizar el modelo DiffServ se obtienen varias ventajas. Los enrutadores operan más rápido, ya que se limita la complejidad de la clasificación y el encolado. Se minimizan el tráfico de señalización y el almacenamiento. En DiffServ, se definen clases de servicio, cada flujo particular de datos es agrupado en un tipo de clase, donde son tratados idénticamente. Los enrutadores internos sólo están interesados del comportamiento por salto (PHB: Per Hop Behavior), marcado en la cabecera del paquete. Esta arquitectura permite a DiffServ rendir mucho mejor en ambientes de bajo ancho de banda, y provee de un mayor potencial que una arquitectura IntServ.

Originalmente, para el protocolo IPv4 se diseñó el campo ToS (Type of Service) para capacitar el marcado de paquetes con un nivel de servicio requerido. Esta definición no se utilizó mayormente debido a la ambigüedad de su significado, por lo que más tarde se convirtió en el denominado campo DSCP (Differentiated Services Code Point). Este campo sí tuvo una aceptación global y se asumió una interpretación estándar que permitió a las redes planificar metodologías basándose en ésta. Tal fue el éxito de esta nueva definición, que fue incluida para ofrecer las mismas ventajas en el protocolo IPv6 en el denominado campo TC (Traffic Class).

Una vez que existe la capacidad de marcar los paquetes utilizando DSCP, es necesario proveer del tratamiento apropiado para cada una de estas clases. La colección de paquetes con el mismo valor DSCP circulando hacia una dirección determinada, es llamado Behavior Aggregate (BA). Es así cómo múltiples aplicaciones/fuentes pueden pertenecer al mismo BA. El PHB se refiere a la programación, encolamiento, limitación y modelamiento del comportamiento de un nodo, basado en el BA perteneciente del paquete.

La Assured Forwarding (AF) PHB [2] es la más utilizada en la arquitectura DiffServ. Dentro de esta PHB los 4 grupos AF (llamados clase AF1, AF2, AF3 y AF4 o clases Cisco) son divididos en 3 grupos "olímpicos": oro, plata y bronce, representando la tendencia a descartar paquetes. Cada paquete será entregado a una clase de servicio mientras se apege a un perfil de tráfico. Cualquier exceso de tráfico será aceptado por la red, pero tendrá mayor probabilidad de ser descartado según la clase de servicio y grupo. Cada nodo con DiffServ, deberá implementar alguna forma de reserva de ancho de banda para cada clase AF, y alguna forma de otorgar prioridad para permitir políticas de esta índole.

2.2 Métodos de calidad de servicio

Existen varios niveles en los cuales se puede proveer de calidad de servicio en una red IP. Uno de ellos es el de contar con una estrategia de manejo de

los paquetes en caso de congestión, o evitar que la red alcance este estado, descartando paquetes a medida que estos ingresan a la red.

El "manejo de congestión" es un término general usado para nombrar los distintos tipos de estrategia de encolamiento que se utilizan para manejar situaciones donde la demanda de ancho de banda solicitada por las aplicaciones excede el ancho de banda total de la red, controlando la inyección de tráfico a la red, para que ciertos flujos tengan prioridad sobre otros.

2.2.1 Manejo de Congestión

2.2.1.1 FIFO

Es el tipo más simple de encolamiento, se basa en el siguiente concepto: el primer paquete en entrar a la interfaz, es el primero en salir. Es adecuado para interfaces de alta velocidad, sin embargo, no para bajas, ya que FIFO es capaz de manejar cantidades limitadas de ráfagas de datos. Si llegan más paquetes cuando la cola está llena, éstos son descartados. No tiene mecanismos de diferenciación de paquetes.

2.2.1.2 Fair Queuing.

FQ, generalmente conocido como WFQ (Weighted Fair Queueing), es un método automatizado que provee una justa asignación de ancho de banda para todo el tráfico de la red, utilizado habitualmente para enlaces de velocidades menores a 2048 [Mbps]. WFQ ordena el tráfico en flujos, utilizando una combinación de parámetros. Por ejemplo, para una conversación TCP/IP, se utiliza como filtro el protocolo IP, dirección IP fuente, dirección IP destino, puerto de origen, etc. Una vez distinguidos estos flujos, el enrutador determina cuáles son de uso intensivo o sensibles al retardo, priorizándolos y asegurando que los flujos de alto volumen sean empujados al final de la cola, y los volúmenes bajos, sensibles al retardo, sean empujados al principio de la cola. WFQ es apropiado en situaciones donde se desea proveer un tiempo de respuesta consistente ante usuarios que generen altas y bajas cargas en la red, ya que WFQ se adapta a las

condiciones cambiantes del tráfico en ésta. Sin embargo, la carga que significa para el procesador en los equipos de enrutamiento, hace de esta metodología poco escalable, al requerir recursos adicionales en la clasificación y manipulación dinámica de las colas.

2.2.1.3 Priority Queuing.

El Encolamiento de Prioridad (PQ: Priority Queueing) consiste en un conjunto de colas, clasificadas desde alta a baja prioridad. Cada paquete es asignado a una de estas colas, las cuales son servidas en estricto orden de prioridad. Las colas de mayor prioridad son siempre atendidas primero, luego la siguiente de menor prioridad y así. Si una cola de menor prioridad está siendo atendida, y un paquete ingresa a una cola de mayor prioridad, ésta es atendida inmediatamente. Este mecanismo se ajusta a condiciones donde existe un tráfico importante, pero puede causar la total falta de atención de colas de menor prioridad (starvation).

2.2.1.4 Custom Queuing

Para evadir la rigidez de PQ, se opta por utilizar Encolamiento Personalizado (CQ: Custom Queueing). Permite al administrador priorizar el tráfico sin los efectos laterales de inanición de las colas de baja prioridad, especificando el número de paquetes o bytes que deben ser atendidos para cada cola. Se pueden crear hasta 16 colas para categorizar el tráfico, donde cada cola es atendida al estilo Round-Robin. CQ ofrece un mecanismo más refinado de encolamiento, pero no asegura una prioridad absoluta como PQ. Se utiliza CQ para proveer a tráficos particulares de un ancho de banda garantizado en un punto de posible congestión, asegurando para este tráfico una porción fija del ancho de banda y permitiendo al resto del tráfico utilizar los recursos disponibles.

2.2.1.5 Class-Based WFQ

WFQ tiene algunas limitaciones de escalamiento, ya que la implementación del algoritmo se ve afectada a medida que el tráfico por enlace aumenta; colapsa debido a la cantidad numerosa de flujos que analizar. CBWFQ fue

desarrollada para evitar estas limitaciones, tomando el algoritmo de WFQ y expandiéndolo, permitiendo la creación de clases definidas por el usuario, que permiten un mayor control sobre las colas de tráfico y asignación del ancho de banda. Algunas veces es necesario garantizar una determinada tasa de transmisión para cierto tipo de tráfico, lo cual no es posible mediante WFQ, pero sí con CBWFQ. Las clases que son posibles implementar con CBWFQ pueden ser determinadas según protocolo ACL, valor DSCP, o interfaz de ingreso. Cada clase posee una cola separada, y todos los paquetes que cumplen el criterio definido para una clase en particular son asignados a dicha cola. Una vez que se establecen los criterios para las clases, es posible determinar cómo los paquetes pertenecientes a dicha clase serán manejados. Si una clase no utiliza su porción de ancho de banda, otras pueden hacerlo. Se pueden configurar específicamente el ancho de banda y límite de paquetes máximos (o profundidad de cola) para cada clase. El peso asignado a la cola de la clase es determinado mediante el ancho de banda asignado a dicha clase.

2.2.1.6 Low Latency Queuing.

El Encolamiento de Baja Latencia (LLQ: Low-Latency Queueing) es una mezcla entre Priority Queueing y Class-Based Weighted-Fair Queueing. Es actualmente el método de encolamiento recomendado para Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP, que también trabajará apropiadamente con tráfico de videoconferencias. LLQ consta de colas de prioridad personalizadas, basadas en clases de tráfico, en conjunto con una cola de prioridad, la cual tiene preferencia absoluta sobre las otras colas. Si existe tráfico en la cola de prioridad, ésta es atendida antes que las otras colas de prioridad personalizadas. Si la cola de prioridad no está encolando paquetes, se procede a atender las otras colas según su prioridad. Debido a este comportamiento es necesario configurar un ancho de banda límite reservado para la cola de prioridad, evitando la inanición del resto de las colas. La cola de prioridad que posee LLQ provee de un máximo retardo garantizado para los paquetes entrantes en esta cola, el cual es calculado como el tamaño del MTU dividido por la velocidad de enlace.

2.2.2 Evasión de Congestión

Las metodologías de evasión de congestión se basan en la manera que los protocolos operan, con el fin de no llegar a la congestión de la red. Las técnicas de RED (Random Early Detection) y WRED (Weighted Random Early Detection) evitan el efecto conocido como Sincronización Global. Cuando múltiples conexiones TCP operan sobre un enlace común, todas ellas incrementarían el tamaño de su ventana deslizante a medida que el tráfico llega sin problemas. Este aumento gradual consume el ancho de banda del enlace hasta congestionarlo. En este punto las conexiones TCP experimentan errores de transmisión, lo que hace que disminuyan su tamaño de ventana simultáneamente. Esto conlleva a una sincronización global, donde todos los flujos comienzan a incrementar su tasa de transmisión nuevamente para llegar a otro estado de congestión. Este ciclo es repetitivo, creando picos y valles en la utilización del ancho de banda del enlace. Es debido a este comportamiento que no se utilizan los máximos recursos de la red. Los métodos de evasión de congestión tratan con este tipo de situación, descartando paquetes de forma aleatoria. RED fuerza a que el flujo reduzca el tamaño de su ventana de transmisión, disminuyendo la cantidad de información enviada. A medida que se alcanza el estado de congestión en la red, más paquetes entrantes son descartados con el fin de no llegar al punto de congestión en el enlace.

Lo que limita a estas técnicas de evasión de congestión es que sólo sirve para tráfico basado en TCP, ya que otros protocolos no utilizan el concepto de ventana deslizante.

2.2.3 Modelamiento de Tráfico

Muchas veces es necesario limitar el tráfico saliente en una interfaz determinada, con el fin de administrar eficientemente los recursos de la red. Ante esta necesidad existen dos metodologías de limitación de ancho de banda: Policing y Modelamiento de Tráfico (Traffic Shaping).

Mediante Policing se especifica la limitación a un máximo de tasa de transmisión para una clase de tráfico. Si este umbral es excedido, una de las acciones inmediatas será ejecutada: transmitir, descartar, o remarcar. En otras palabras, no es posible almacenar los paquetes para posteriormente enviarlos, como es el caso de Traffic Shaping.

Las técnicas de Modelamiento de Tráfico (Traffic Shaping) son un poco más diplomáticas en el sentido en que operan. En vez de descartar el tráfico que excede cierta tasa determinada, atrasan parte del tráfico sobrante a través de colas, con el fin de modelarla a una tasa que la interfaz remota pueda manejar. El resto del tráfico excedente es inevitablemente descartado.

Traffic Shaping (TS) es una buena herramienta en situaciones en las cuales el tráfico saliente debe respetar una cierta tasa máxima de transmisión. Este proceso es realizado independientemente de la velocidad real del circuito. Esto significa que es posible modelar tráfico de Web o Ftp a velocidades inferiores a las del receptor. TS puede hacer uso de las listas de acceso para clasificar el flujo y puede aplicar políticas restrictivas de TS a cada flujo.

Policing descarta o remarca los paquetes en exceso si es que sobrepasan el límite definido. El tráfico que es originado en ráfagas se propaga por la red, no es suavizado como en TS. Controla la tasa de salida mediante descarte de paquetes, por lo que disminuye el retardo por encolamiento. Sin embargo, debido a estos descartes, el tamaño de la ventana deslizante de TCP debe reducirse, afectando el rendimiento global del flujo.

En varios casos es necesario utilizar una vía con la velocidad adecuada para transmitir un paquete de alta o baja prioridad. Por ejemplo, si se tienen dos enlaces, uno con mayor velocidad que el otro, sería lógico plantear la metodología de transmisión de mejor esfuerzo para los paquetes de menor prioridad sobre el enlace de menor velocidad.

A este tipo de diferenciación se le denomina Enrutamiento Basado en Políticas (PBR: Policy Based Routing). La forma de implementarlo es

mediante listas de acceso donde se selecciona el tráfico crítico. En la interfaz de ingreso de éste se adjunta un mapa de política, en el cual para el tráfico perteneciente a la lista de acceso creada, se plantea una nueva ruta a seguir (Next Hop) para llegar a su destino.

2.2.4 Manipulación y Clasificación de Tráfico.

Para manipular los tráficos y otorgarles Calidad de Servicio, se utilizan los procedimientos básicos de clasificación y asignación de prioridad, denominados Mapas de Clase y Mapas de Política.

Un mapa de clase es un mecanismo para nombrar y aislar un flujo de tráfico específico. Éste define el criterio utilizado para comparar el tráfico para más tarde clasificarlo, el cual puede incluir selecciones mediante ACL estándar o extendida, una lista específica de DSCP, o valores de Precedencia IP. Después que el paquete es confrontado al criterio del mapa de clase, es posible clasificarlo mediante el uso de mapas de política.

Un mapa de política especifica en qué clase de tráfico actuará. Las acciones pueden ser: confiar en los valores de CoS (Class of Service), DSCP o Precedencia IP de la clase de tráfico, establecer un valor específico de éstos o especificar las limitaciones de ancho de banda y la acción a tomar cuando el tráfico cae fuera del perfil definido en el mapa de política. Antes que un mapa de política sea efectivo, debe adjuntarse a una interfaz.

Los variados esquemas de encolamiento estudiados proveen de cierto nivel de servicio para aplicaciones críticas. Los parámetros para la asignación de recursos, normalmente basados en dirección IP de destino, son insuficientes para alcanzar los requerimientos de hoy en día. Policy Based Routing (PBR) provee la diferenciación de tráfico basado en puerto de origen dirigiendo este tráfico a interfaces determinadas o modificando el nivel de servicio de lo paquetes.

Clasificando los paquetes en los bordes de la red, en distintas clases, se pueden proveer servicios diferenciados a los paquetes sin tener que examinar cada uno en detalle en cada salto. Después de ser marcados una vez mediante Precedencia IP o DSCP, mecanismos de manejo y evasión de congestión pueden actuar sobre ellos a medida que circulan por la red. Esta es la esencia del modelo Diffserv.

2.3 Pasos para implementación de QoS para redes convergentes.

Hay tres pasos básicos involucrados en la implementación de QoS en una red:

1. Identificación del tráfico y sus requerimientos: Estudiar la red para determinar el tipo de tráfico que soporta y la determinación de la calidad de servicio para los diferentes tipos de tráfico que existan.

- El primer paso en la implementación de QoS es identificar el tráfico en la red y determinar sus requerimientos de QoS.
- Determinar los problemas usuales de QoS. Medir el tráfico en la red durante los períodos de congestión.
- Determinar el modelo de negocio, metas empresariales y obtener una lista de requerimientos de la empresa en cuanto al desempeño de la red. Esto podría ayudar a definir el número de clases y determinar los requerimientos para cada tipo de tráfico.
- Definir los niveles de servicios requeridos por diferentes clases de tráfico en términos de tiempos de respuesta y disponibilidad. ¿Cual es el impacto sobre el negocio si por ejemplo se retarda dos o tres segundos la ejecución de una transacción, puede la transferencia de archivos esperar a que la red deje de estar congestionada?

a. El tráfico de voz tiene requerimientos estrictos del QoS y su demanda en cuanto a ancho de banda no crece en forma de ráfagas. Mientras los paquetes de voz son pequeños (60 a 120 bytes) no permiten retardos, descartes o pérdidas, puesto que de ocurrir la

calidad seria pobre y no aceptable, por este motivo es que los datagramas UDP son usados para transportarlos, puesto que las retransmisiones de TCP no serian aceptables. Los paquetes de voz pueden tolerar no mas de 150 ms de retardo (en un sentido) y menos de 1% de perdida de paquetes. Una llamada puede requerir entre 17 y 106 kbps de ancho de banda garantizado mas un adicional de 150 bps por llamada para tráfico de control, multiplicando esos requerimientos de ancho de banda por el numero de llamadas que se esperan tener durante un periodo cargado de ocupación nos puede dar una indicación de la cantidad de ancho de banda requerido para el trafico de voz de nuestra red.

b. Las aplicaciones de video conferencia también tienen requerimientos estrictos de QoS similar a la aplicaciones de voz, sin embargo, presenta ráfagas, lo que puede tener impacto sobre otros tipos de tráfico. Por eso es importante entender muy bien los requerimientos de videoconferencia para poder aprovisionarlos adecuadamente. El mínimo ancho de banda para un stream de videoconferencia (dependiendo del codec de video que este siendo usado) podría ser su ancho de banda + un 20% de overhead, por ejemplo un stream de video de 384 kbps podría requerir un total de 460 kbps de ancho de banda garantizado.

c. Los requerimientos de QoS para el tráfico de datos son muy variados, pues diferentes aplicaciones pueden tener requerimientos totalmente diferentes. El tráfico de datos difiere del de voz y videoconferencia en términos de retardo y sensibilidad a la pérdida de paquetes, pues la mayoría de las aplicaciones de datos pueden tolerar retardo y una tasa alta de perdidas. Debido a esto es que la mayoría de aplicaciones de datos usan TCP, por sus características de retransmisión.

2. Agrupar el tráfico en clases con requerimientos de calidad de servicio similares, por ejemplo: tráfico de voz, tráfico de alta prioridad, tráfico de baja prioridad y navegación.

Después de que la mayor parte del tráfico ha sido identificado y medido se usan los requerimientos de la empresa para definir las clases de tráfico. Debido a los requerimientos estrictos de QoS de ciertas aplicaciones, estos podrían definir por si mismo una clase de tráfico y luego de que esto ocurra el restante tipo de tráfico puede ser definido usando los requerimientos del negocio.

Por ejemplo: una empresa típica podría definir 5 clases de tráfico:

- a. Voz: Absolutamente prioritario.
- b. Misión Crítica: Pequeño conjunto de aplicaciones empresariales de impacto crítico en el negocio.
- c. Transaccional: Acceso a Bases de datos, servicios transaccionales, tráfico interactivo, etc.
- d. Best effort: Internet, e-mail.
- e. Restante: Napster / Kaza y otras aplicaciones punto a punto.

3. Definir las políticas de QoS que se ajusten a los requerimientos para cada clase de tráfico.

Finalmente, definir una política de QoS para cada clase de tráfico. Esta definición involucra:

- a. Definir un mínimo ancho de banda garantizado.
- b. Definir un máximo ancho de banda límite.
- c. Asignar prioridades para cada clase.
- d. Usar las técnicas de QoS tales como advanced queuing para administrar la congestión.

Si usamos las clases de tráfico definidas anteriormente, las políticas de QoS podrían ser:

Voz: Mínimo ancho de banda 1 Mbps, marcar los paquetes de voz con una prioridad 5 usando LLQ para que siempre dar esa prioridad a la voz.

Misión crítica: Mínimo ancho de banda 1Mbps, marcar los paquetes de datos con una prioridad de 4 usando CBWFQ para priorizar los flujos de información de la clase crítica de datos.

Best effort: Máximo ancho de banda 500 Kbps, marcar los paquetes con prioridad 2 usando CBWFQ para priorizar los flujos de información que no sean de voz ni de misión crítica.

Restante: Máximo ancho de banda 100 Kbps, marcar los paquetes con prioridad 0; usar WRED (Weighted random early detection) para descartar paquetes cuando la red esta atravesando por momentos de congestión.

2.4 Características y expectativas del servicio VoIP

La Voz sobre IP (Internet protocol) enfrenta problemáticas propias de las redes de datos, que se manifiestan como degradaciones en la calidad del servicio percibida por los usuarios (QoS). Estas degradaciones pueden deberse por ejemplo a retardos en la llegada de los paquetes, jitter (diferencia de retardos) y pérdida de paquetes, entre otros factores. Para que la tecnología de Voz sobre IP pueda ser utilizada comercialmente, es esencial garantizar una calidad de voz aceptable.

Para ello se han desarrollado métodos para medirla. Estos métodos se dividen en subjetivos y objetivos. Los diversos métodos subjetivos de medida de la calidad de servicio, se basan en conocer directamente la opinión de los usuarios. Típicamente resultan en un promedio de opiniones (Mean Opinión Store) llamado MOS. Los métodos objetivos. A su vez se subdividen en intrusivos (se inyecta una señal de voz conocida en el canal y se estudia su degradación a la salida) y no intrusivos (monitorean ciertos parámetros en un punto de la red y en base a estos se establece en tiempo real la calidad que percibiría un usuario).

Desde el año 2001, la recomendación ITU-T P.862, también conocida como algoritmo PESQ ha representado el estado del arte de las técnicas y estándares internacionales para análisis de calidad de voz perceptual. El PESQ es una prueba para calidad de voz intrusiva, aplicable para estimar la calidad de voz extremo a extremo en redes de VoIP. El nuevo estándar ITU-T P.563 conocido como P.SEAM publicado en mayo de 2004, es una prueba avanzada no intrusiva para medir la calidad de la voz en VoIP; a si mismo la ITU-T ha creado un modelo en la recomendación ITU-T G.107 (marzo del 2004), llamado E-Model, para estimar o predecir la calidad de la voz en redes IP (VoIP) percibida por un usuario típico, en base a parámetros medibles de la red; estos tres métodos son los principalmente usados para medir ó estimar calidad de voz en IP.

En general, el servicio VoIP puede dividirse en tres componentes de flujos de datos:

Los paquetes de portador/voz (normalmente cursados como paquetes RTP), señalización/control (éstos pueden incluir H.323, H.248, SIP, SIP-T, BICC), y operaciones y mantenimiento (OAM) (éstos incluyen, entre otros, SNMP, TFTP, COPS).

Cuando se trata con la QoS para el servicio de voz, el interés principal tiende a ser en el tren de portadores, ya que esto es lo que generalmente afectará a un abonado (y, más concretamente, su impresión de la calidad de la voz). Los demás componentes son igualmente importantes en lo que toca a la QoS general del servicio. Sin una QoS adecuada para la señalización/control, las llamadas podrán no establecerse o tomar mucho tiempo para hacerlo. Todo esto se reflejaría por último en la impresión que el abonado tenga del servicio ofrecido.

A continuación se muestran algunas reglamentaciones de desempeño que cumplen una función importante, en la medida en que expresan las expectativas públicas últimas o los requisitos formales de los usuarios. Algunas de las que tienen relación con la calidad del servicio vocal,

incluidos los aspectos de la señalización, se enumeran más abajo. Otros objetivos pueden deducirse o han sido recomendados por varios organismos normalizadores/reguladores.

Demora del tono para marcar: no más del 1,5% de las llamadas (durante la hora cargada) recibirán una demora del tono para marcar de más de 3 segundos.

Atenuación de adaptación para el eco (línea): más de 20 dB.

Pérdida: 3,0 dB en la línea del abonado (nivel de transmisión de 0 dB).

Ruido: menos de 20 dB_{BrnC} (nivel de enlace) y menos de 23 dB_{BrnC} (95% de las líneas).

Demora: Para comunicaciones nacionales – menos de 150 ms en una dirección, para comunicaciones internacionales con conexiones por satélite – menos de 400 ms en una dirección, para cables submarinos – menos de 170 ms en una dirección.

Demora después de marcar: nominalmente, para llamadas locales – menos de 3s, para llamadas interurbanas – menos de 5 s, para llamadas internacionales – menos de 8 s.

Pérdida de bloqueo/concordancia: red - 2% durante hora cargada media

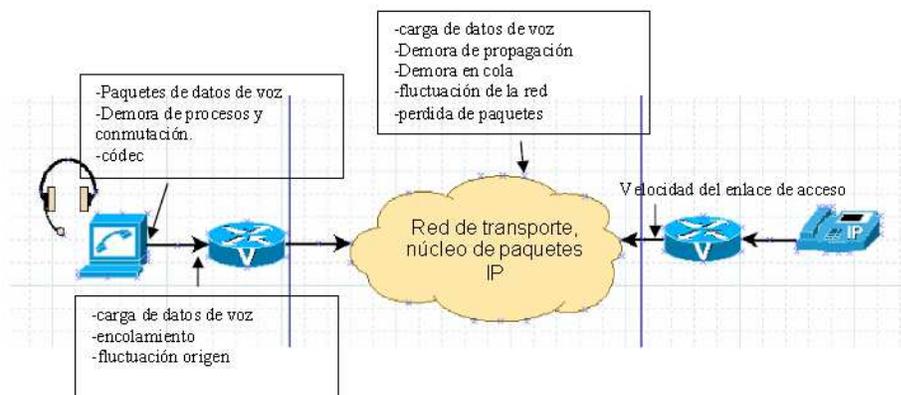
Disponibilidad del servicio: 99,999%

Viendo los objetivos anteriores, puede verse que no siempre se identifican los atributos de QoS para cada uno de los componentes. No obstante, pueden deducirse o implicarse. Por ejemplo, la demora después de marcar (el tiempo desde el recibo del último dígito marcado hasta que la parte del extremo lejano es notificada) provee un límite de tiempo por el cual los mensajes de control son procesados y propagados a través de una red para establecer una conexión entre partes. De esa forma, hay un límite implicado a la QoS de demora que los mensajes de control podrán encontrar al atravesar la red IP. Nótese que éste no es un valor absoluto totalmente reflejado en la QoS de la red de transmisión IP, porque también incluye los tiempos de procesamiento en los diversos puntos extremos y nodos a lo largo de la ruta.

Existen interpretaciones similares para aquellos objetivos que afectan a las características del tráfico portador. El E-Model (Recomendación G-107 del UIT-T) se usa para caracterizar las interpretaciones de paquetes portadores de voz.

En general, las características de voz (lo que uno escucha en el teléfono) son afectadas por diversos factores cuando hay una red de paquetes en el trayecto del habla. La gráfica 28 ilustra dichos deterioros en el caso de un ejemplo de red típica simplificada.

Gráfico 12: Degradación de la calidad en una red IP sin calidad de servicio



Fuente: Voice over IP first step

Por la Gráfica anterior, se aprecia que puede ser muy difícil determinar la calidad prevista de la voz de una llamada VoIP mediante la inspección de valores concretos. Además, también pueden influir otros factores fuera del dominio IP.

Por ello, el E-Model cumple la función analítica de poder combinar todo lo anterior y producir los resultados esperados de calidad teórica del habla. Cuando se compara con los ejemplos existentes de PSTN, se puede determinar un nivel relativo de calidad. Pero además del modelo E ó E-model, existen otras técnicas que permiten evaluar la calidad de la voz en una comunicación VoIP, estas técnicas son MOS (Mean Opinión Score), estandarizada en la recomendación ITUT P.800, El algoritmo P.563 definido en ITU-T p.563, ITU-T P.862 (PESQ).

2.5 Factores que afectan la calidad de la voz sobre redes de paquetes.

2.5.1 Factor de compresión

Para poder transmitir la voz a través de una red de datos, es necesario realizar previamente un proceso de digitalización. En telefonía clásica, éste proceso se realiza utilizando CODECs, obteniendo una señal digital de 64 kb/s. Este proceso, se realiza de acuerdo a la recomendación G.711 de la ITU-T. Sin embargo, cuando se dispone de velocidades de red reducidas, es conveniente tratar de minimizar el ancho de banda requerido por las señales de voz. Para ello, se han desarrollado varias recomendaciones, que reducen la velocidad de transmisión requerida, a expensas de degradar la calidad de la voz.

La siguiente tabla resume las recomendaciones de la ITU-T respecto a los algoritmos estandarizados de compresión de voz:

Tabla 5: Tipos de algoritmos estandarizados para comprimir la voz

Algoritmo	Descripción
G.711	Codificación de audio en 64 kbps
G.722	Velocidad 7kHz en 48, 56 y 64 kbps (voz hi-fi)
G.723.1	Velocidad Dual Rate en 6.4 y 5.3 kbps
G.728	16 kbps speech
G.729 Annex A	8 kbps speech. Reducción de complejidad
G.729 Annex B	8 kbps speech. Compresión de silencio
G.729 Annex AB	8 kbps speech. Reducción de complejidad y compresión de silencio

2.5.2 Pérdida de paquetes

A diferencia de las redes telefónicas, donde para cada conversación se establece un vínculo estable y seguro, las redes de datos admiten la pérdida de paquetes. Esto está previsto en los protocolos seguros de alto nivel, y en caso de que ocurra, los paquetes son reenviados. En los protocolos diseñados para tráfico de tiempo real generalmente no se recibe confirmaciones de recepción de paquetes, ya que si el canal es suficientemente seguro, estas confirmaciones cargan inútilmente al mismo. En aplicaciones de voz y video, el audio es encapsulado en paquetes y

enviado, sin confirmación de recepción de cada paquete. Si el porcentaje de pérdida es pequeño, la degradación de la voz también lo es. Los porcentajes de pérdida admisibles dependen de otros factores, como por ejemplo la demora de transmisión y el factor de compresión de la voz. Existen técnicas para hacer menos sensible la degradación de calidad en la voz frente a la pérdida de paquetes. La más sencilla consiste en simplemente repetir el último paquete recibido. También cuentan como perdidos los paquetes que llegan a destiempo o fuera de orden.

2.5.3 Demora (retardo ó delay en ingles)

Un factor importante en la percepción de la calidad de la voz es la demora. La demora total está determinada por varios factores, entre los que se encuentran:

Demora debida a los algoritmos de compresión:

En forma genérica, cuanto mayor es la compresión, más demora hay en el proceso (los CODECS requieren más tiempo para codificar cada muestra).

Tabla 6: Demoras introducidas por distintos CODEC's

Algoritmo de muestreo/compresión	Demora típica introducida
G.711 (64 kbps)	125 μ s
G.728 (16 kbps)	2.5 ms
G.729 (8 kbps)	10 ms
G.723 (5.3 o 6.4 kbps)	30 ms

2.5.3.1 Demoras de procesamiento

Es el tiempo involucrado en el procesamiento de la voz para la implementación de los protocolos. Dependen de los procesadores utilizados.

2.5.3.2 Demoras propias de la red (latencia)

Las demoras propias de la red están dadas por la velocidad de transmisión de la misma, la congestión, y las demoras de los equipos de red (routers, gateways, etc.)

Las demoras no afectan directamente la calidad de la voz, sino la calidad de la conversación. Hasta 100 ms son generalmente tolerados, casi sin percepción de los interlocutores. Entre 100 y 200 ms las demoras son notadas. Al acercarse a los 300 ms de demora, la conversación se vuelve poco natural. Pasando los 300 ms la demora se torna crítica, haciendo muy dificultosa la conversación. Un efecto secundario, generado por las demoras elevadas, es el eco. El eco se debe a que parte de la energía de audio enviada es devuelta por el receptor. En los sistemas telefónicos este efecto no tiene mayor importancia, ya que los retardos o demoras son despreciables, y por lo tanto, el eco no es percibido como tal. Cuando la demora de extremo a extremo comienza a aumentar, el efecto del eco comienza a percibirse.

2.5.4 Eco

Si el tiempo transcurrido desde que se habla hasta que se percibe el retorno de la propia voz es menor a 30 ms, el efecto del eco no es percibido. Asimismo, si el nivel del retorno está por debajo de los -25 dB, el efecto del eco tampoco es percibido. En las conversaciones telefónicas habituales, el eco existe en niveles perceptibles (mayores a -25 dB), pero la demora es mínima, por lo que el eco no es perceptible. Las excepciones son las comunicaciones vía satélite, en las que la demora promedio es del orden de los 150 ms. Para estos casos, las compañías telefónicas disponen generalmente de sofisticados equipos canceladores de eco.

2.5.5 Variaciones en la demora (Jitter)

El jitter es la variación en las demoras (latencias). Por ejemplo, si dos puntos comunicados reciben un paquete cada 20 ms en promedio, pero en

determinado momento, un paquete llega a los 30 ms y luego otro a los 10 ms, el sistema tiene un jitter de 10 ms. El receptor debe recibir los paquetes a intervalos constantes, para poder regenerar de forma adecuada la señal original. Dado que el jitter es inevitable, los receptores disponen de un buffer de entrada, con el objetivo de suavizar el efecto de la variación de las demoras. Este buffer recibe los paquetes a intervalos variables, y los entrega a intervalos constantes. Es de hacer notar que este buffer agrega una demora adicional al sistema, ya que debe retener paquetes para poder entregarlos a intervalos constantes. Cuánto más variación de demoras (jitter) exista, más grande deberá ser el buffer, y por lo tanto, mayor demora se introducirá al sistema.

2.5.6 Tamaño de los paquetes

El tamaño de los paquetes influye en dos aspectos fundamentales en la transmisión de la voz sobre redes de datos: La demora y el ancho de banda requerido. Para poder transmitir las muestras codificadas de voz sobre una red de datos, es necesario armar paquetes, según los protocolos de datos utilizados (por ejemplo IP). Un paquete de datos puede contener varias muestras de voz. Por ello, es necesario esperar a recibir varias muestras para poder armar y enviar el paquete. Esto introduce un retardo o demora en la transmisión. Desde éste punto de vista, parece conveniente armar paquetes con la mínima cantidad de muestras de voz (por ejemplo, un paquete por cada muestra). Sin embargo, hay que tener en cuenta que cada paquete tiene una cantidad mínima de información (bytes) de control (encabezado del paquete, origen, destino, etc.). Esta información no aporta a la información real que se quiere transmitir, pero afecta al tamaño total del paquete, y por tanto al ancho de banda.

2.6 Medida de la calidad de voz en redes VoIP

La VoIP enfrenta problemáticas propias de las redes de datos, que se manifiestan como degradaciones en la calidad del servicio percibida por los usuarios (QoS). Estas degradaciones pueden deberse por ejemplo a retardos, jitter (diferencia de retardos) y pérdida de paquetes, entre otros

factores. Para que la tecnología de VoIP pueda ser utilizada en las Empresas, es esencial garantizar una calidad de voz aceptable. Para ello se han desarrollado métodos para medirla. Estos métodos se dividen en subjetivos y objetivos. Los métodos subjetivos de medida de la calidad de servicio, se basan en conocer directamente la opinión de los usuarios. Típicamente resultan en un promedio de opiniones por ejemplo, el valor MOS (Mean Opinión Store). Los métodos objetivos, a su vez se subdividen en intrusivos (se inyecta una señal de voz conocida en el canal y se estudia su degradación a la salida) y no intrusivos (monitorean ciertos parámetros en un punto de la red y en base a estos permite establecer en tiempo real la calidad que percibiría un usuario).

2.6.1 Métodos Subjetivos

La calidad de la voz se establece a través de la opinión del usuario. La calidad de audio puede ser evaluada directamente (ACR = Absolute Category Rating), o en forma comparativa contra un audio de referencia (DCR = Degradation Category Rating). Con evaluaciones directas (del tipo ACR) se califica el audio con valores entre 1 y 5, siendo 5 Excelente y 1 Malo. El MOS (Mean Opinión Store) es el promedio de los ACR medidos entre un gran número de usuarios. Si la evaluación es comparativa, (del tipo DCR), el audio se califica también entre 1 y 5, siendo 5 cuando no hay diferencias apreciables entre el audio de referencia y el medido y 1 cuando la degradación es muy molesta. El promedio de los valores DCR es conocido como DMOS (Degradation MOS). La metodología de evaluación subjetiva más ampliamente usada es la del MOS (Mean Opinión Score), estandarizada en la recomendación ITU-T P.800. Adicionalmente, se puede evaluar la calidad del audio y la calidad de la conversación, las que pueden ser diferentes. La calidad de la conversación implica una comunicación bidireccional, donde, por ejemplo, los retardos juegan un papel muy importante en la calidad percibida. Los valores obtenidos con las técnicas ACR (es decir, el MOS) pueden estar sujetos al tipo de experimento realizado. Por ejemplo, si se utilizan varias muestras de buena calidad, una en particular puede ser calificada peor que si esa misma muestra se presenta junto a otras de peor calidad.

Los métodos subjetivos son en general caros y lentos porque requieren un gran panel de usuarios. Son dependientes entre otros factores del país, del idioma, de las experiencias previas de los usuarios.

2.6.2 E-Model (ITU-G.107)

La industria de las telecomunicaciones ha aceptado una representación numérica de la calidad de la voz, llamada MOS (Mean Opinion Score), y estandarizada en la recomendación ITU-T P.800. La calidad de la voz es calificada con un número, entre 1 y 5 el valor numérico de MOS es proporcional a la calidad de la voz, 1 significa muy mala calidad y 5 significa excelente. Los valores son obtenidos mediante el promedio de las opiniones de un gran grupo de usuarios. La ITU-T ha creado un modelo en la recomendación ITU-T G.107, llamado E-Model, para estimar o predecir la calidad de la voz en redes IP (VoIP) percibida por un usuario típico, en base a parámetros medibles de la red. El resultado del E-Model es un factor escalar, llamado R (Transmission Rating Factor), que puede tomar valores entre 0 y 100. El E-model toma en cuenta una gran cantidad de factores que pueden deteriorar la calidad de la voz percibida, como por ejemplo, el uso de codecs, los retardos de la red, así como también los factores típicos en telefonía como son pérdida, ruido y eco. Éste método puede ser aplicado para estimar la calidad de la voz en redes de paquetes, tanto fijas como inalámbricas. El E-Model puede ser utilizado para evaluar como se verá afectada la calidad de la voz en una red en base a parámetros medibles. El modelo parte de un puntaje perfecto (100) y resta diversos factores que degradan la calidad, según se puede ver en la siguiente ecuación.

$R = R_0 - I_s - I_d - I_e, \text{eff} + A$, donde:

R_0 . Representa la relación señal/ruido básica (antes de ingresar en la red) que incluye fuentes de ruido, tales como ruido ambiente. El valor inicial puede ser como máximo 100. Las fuentes de ruido independientes del sistema como son el ruido ambiental, pueden hacer que este valor inicial sea menor a 100.

ls. Es una combinación de todas las degradaciones que aparecen de forma más o menos simultánea con la señal vocal. Por ejemplo, volumen excesivo y distorsión de cuantización.

ld. Representa las degradaciones producidas por el retardo y el eco.

le,eff. Effective equipment impairment factor. Representa las degradaciones producidas por los códecs y por las pérdidas de paquetes de distribución aleatoria.

A. Factor de Mejoras de Expectativas. Muchas veces, los usuarios están dispuestos a aceptar peor calidad de voz si saben que se están utilizando tecnologías no clásicas como por ejemplo celulares o VoIP. Permite compensar los factores de degradación cuando existen otras ventajas de acceso para el usuario.

Los valores de R varían entre 0 y 100, correspondiendo los valores más altos a mejores calidades de voz.

Gráfica 13: E MODEL de la UIT-T y sus valores de calificación a la calidad de voz

Valor de R	Satisfacción del Usuario	MOS
100	Muy satisfactecheo	4.4
94		4.3
90	Satisfecho	
80		4.0
70	Algunos usuarios no satisfechos	
60		3.6
50	Muchos usuarios no satisfechos	
40		3.1
30	Casi todos los usuarios insatisfechos	
20		2.6
10	No recomendado	
0		1.0

Fuente: E-Model tutorial

2.6.3 ITU-T P.862 (PESQ)

La recomendación ITU-T P.862 presenta un método objetivo para la evaluación de la calidad de la voz de extremo a extremo de redes

telefónicas de banda estrecha y códecs vocales. Esta Recomendación describe un método objetivo para predecir la calidad subjetiva de la voz telefónica utilizando los códecs más comunes.

Presenta una descripción de alto nivel del método, explica la forma de utilizar este método y parte de los resultados de referencia obtenidos por la Comisión de Estudio 12 de la ITU-T en el periodo 1999-2000. Proporciona adicionalmente una implementación de referencia escrita en el lenguaje de programación ANSI-C. El método objetivo descrito se conoce por evaluación de la calidad vocal por percepción (PESQ, perceptual evaluation of evaluation of speech quality) y es el resultado de varios años de trabajos de desarrollo. PESQ compara una señal inicial $X(t)$ con una señal degradada $Y(t)$ que se obtiene como resultado de la transmisión de $X(t)$ a través de un sistema de comunicaciones (por ejemplo, una red IP). La salida de PESQ es una predicción de la calidad percibida por los sujetos en una prueba de escucha subjetiva que sería atribuida a $Y(t)$. El primer paso de PESQ consiste en una alineación temporal entre las señales iniciales $X(t)$ y degradada $Y(t)$. Para cada intervalo de señal se calcula un punto de arranque y un punto de parada correspondientes. Una vez alineadas, PESQ compara la señal (entrada) inicial con la salida degradada alineada, utilizando un modelo por percepción. Lo esencial en este proceso es la transformación de las dos señales, la inicial y la degradada, en una representación interna que intenta reproducir la representación psicoacústica de señales de audio en el sistema auditivo humano, teniendo en cuenta la frecuencia por percepción (Bark) y la sonoridad (Sone). El modelo cognitivo de PESQ termina brindando una distancia entre la señal vocal inicial y la señal vocal degradada, la que corresponde a su vez con una predicción de la MOS subjetiva. La nota PESQ se hace corresponder a una escala similar a la de MOS, un número único en una escala de -0,5 a 4,5, aunque en la mayoría de los casos la gama de las salidas estará entre 1,0 y 4,5, que es la gama normal de valores de MOS que suelen darse en un experimento sobre la calidad de voz.

La descripción detallada del algoritmo es compleja, y puede verse en la Recomendación respectiva. El método PESQ es objetivo e intrusivo, ya que requiere del envío de una señal conocida de referencia para evaluar la calidad percibida de la voz. Algunos sistemas lo implementan enviando un par de segundos de audio conocido, lo que basta para poder aplicar el método.

2.6.4 ITU-T P.563

El algoritmo P.563 es aplicable para la predicción de la calidad vocal sin una señal de referencia independiente. Por ese motivo, este método se recomienda para la evaluación no intrusiva de la calidad vocal y para la supervisión y evaluación con la red en funcionamiento, empleando en el extremo lejano de una conexión telefónica fuentes de señal vocal desconocidas. En comparación con la Rec. ITU-T P.862 (que utiliza el método basado en dos extremos o intrusivo) que compara una señal de referencia de elevada calidad con la señal degradada en base a un modelo perceptual, P.563 predice la calidad de la voz de una señal degradada sin una señal vocal de referencia dada. En el enfoque utilizado en P.563 puede visualizarse como un experto que escucha una llamada real con un dispositivo de prueba, tal como un microteléfono convencional conectado en paralelo a la línea.

Esta visualización permite explicar la principal aplicación y permite al usuario clasificar las puntuaciones obtenidas mediante P.563. La puntuación de calidad que se predice mediante P.563 está relacionada con la calidad percibida en extremo receptor. La señal vocal que debe evaluarse se analiza de varias formas, que detectan un conjunto de parámetros de señal característicos. En base a un conjunto restringido de parámetros clave se establece la asignación a una clase de distorsión principal. Básicamente, la parametrización de la señal del algoritmo P.563 puede dividirse en tres bloques funcionales independientes que se corresponden con las tres clases de distorsión principales:

Análisis del tracto vocal y desnaturalización de la voz:

- Voces masculinas
- Voces femeninas
- Voz robotizada

Análisis de un ruido adicional intenso:

- SNR estática reducida (nivel básico del ruido de fondo)
- SNR por segmentos reducida (ruido relacionado con la envolvente de la señal).

Interrupciones, silenciamientos y recorte temporal:

El modelo de calidad vocal de P.564 se compone de tres bloques principales:

1. Decisión sobre la clase de distorsión de que se trata.
2. Evaluación de la calidad vocal intermedia para la correspondiente clase de distorsión
3. Cálculo global de la calidad vocal.

Cada clase de distorsión utiliza una combinación lineal de varios parámetros para generar la calidad vocal intermedia. La calidad vocal definitiva se calcula combinando los resultados de calidad vocal intermedia con algunas características adicionales de la señal.

La descripción detallada del algoritmo es compleja, y puede verse en la recomendación referenciada (E-Model tutorial).

CAPÍTULO 3

LEVANTAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL

3.1 Introducción

ETAPA, al ser una empresa vanguardista en el sector de las telecomunicaciones, actualmente ha lanzado en la ciudad de Cuenca una red de telecomunicaciones de nueva generación. Sin embargo, ese concepto se ve plasmado de manera parcial al interior de sus instalaciones debido a que se mantiene redes paralelas para la prestación de los servicios de telefonía, de datos y video.

3.2 Red de Datos

La red de datos corporativa de ETAPA está organizada lógicamente en 4 grupos principales: Red del Centro de Datos, Intranet, Extranet y Red de Acceso al Internet. El estudio de la implementación de la red Convergente cubre únicamente a la zona identificada como Intranet.

La red de Intranet, está formada por las localidades propias de la empresa en donde se sitúan oficinas de carácter técnico y administrativas, no incluye las localidades como concentradores telefónicos, centros de reserva de agua potable, y puntos de distribución en donde las funciones son de localización de equipos y no de oficinas de personal.

Actualmente existen 18 localidades dentro de la ciudad de Cuenca, véase Anexo A ANEXOS

Red de Datos de ETAPA. En cada localidad se forman redes LAN de tipo Ethernet 10/100 Mbps y a su vez se interconectan formando una estrella en la red MAN correspondiendo a la localidad Centro ser el núcleo.

La tecnología y velocidad de interconexión varía según la Tabla 7 Localidades, Usuarios, Tipo de enlace y Velocidad de comunicación:

Tabla 7 Localidades, Usuarios, Tipo de enlace y Velocidad de comunicación

Localidad	Usuarios	Tipo de Enlace	Velocidad
Alo Arenal	5	Frame Relay	64 Kbps
Alo Centro	2	Ethernet	100 Mbps
Alo Ricaurte	1	ADLS	128 Kbps
Alo Terminal	3	Frame Relay	64 Kbps
Bodega	15	Fibra óptica	1 Gbps
Cajas	8	SDSL	512 Kbps
Cebollar	12	ADSL	256 Kbps
Centro	78	N/A	N/A
Ejido	20	Fibra óptica	1 Gbps
Gapal	88	Fibra óptica	1 Gbps
Morejon	18	Fibra óptica	1 Gbps
Parque Industrial	33	SDSL	1 Mbps
San Agustin	20	Fibra óptica	1 Gbps
Tarqui	60	SDSL	512 Kbps
Telecomunicaciones	67	Fibra óptica	1 Gbps
Tixan	8	Wireless	128 Kbps
Totoracocha	15	Fibra óptica	1 Gbps
Ucubamba	22	Fibra óptica	1 Gbps
TOTAL	475		

Fuente: Dirección de informática, Nov 2007

Los equipos activos de la red de datos son básicamente de marca Cisco, para los *switchs* el modelo *Catalyst 2950* y para los *routers* el modelo 1700 y 2600. El despliegue de una red convergente involucra que el tráfico que circule esté categorizado y priorizado para que la calidad y el servicio que recibe el usuario final sea el óptimo y el adecuado. Las características principales a soportar por los equipos activos serían QoS y VoIP (Pueden implementar VoIP con la adición de tarjetas y software de IOS). Más detalle se presenta a continuación:

Tabla 8: Levantamiento de Equipos

Localidad	Tipo	Marca	Modelo	QoS	VoIP
Alo Arenal	Router	Cisco	C1601	No	
Alo Ricaurte	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Alo Terminal	Router	Cisco	C1601	No	
Bodega	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950SX-24	Si	
Cebollar	Router	Cisco	C1721	Si	
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2960G-24TC-L	Si	
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2960-48TC-L	Si	
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	

Localidad	Tipo	Marca	Modelo	QoS	VoIP
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	
Centro	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Gapal	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-48-SI	Si	
Gapal	Switch Capa 3	Cisco	WS-C3750-48TS	Si	
Gapal	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24	Si	
Gapal	Access Point	Cisco	C1200	-	
Morejón	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	
Morejón	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	
Parque Industrial	Router	Cisco	C1721	Si	
Parque Industrial	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950SX-24	Si	
Parque Industrial	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2960-48TC-L	Si	
San Agustín	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	
San Agustín	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24	Si	
San Agustín	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Tarqui	Router	Cisco	C1721	Si	
Tarqui	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-48-EI	Si	
Tarqui	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-48-EI	Si	
Telecomunicaciones	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Telecomunicaciones	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Telecomunicaciones	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950G-24-EI	Si	
Telecomunicaciones Centro	Switch Capa 3	Alcatel	Omniswitch 7700	Si	
Telecomunicaciones Totoracocha	Switch Capa 3	Alcatel	Omniswitch 7700	Si	
Telecomunicaciones Ejido	Switch Capa 3	Alcatel	Omniswitch 7700	Si	
Tixán	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Tixán	Router	Cisco	C831	No	
Ucubamba	Switch Capa 2	Cisco	WS-C2950-24	Si	
Ucubamba	Router	Cisco	C2811	Si	Si

Fuente: Dirección de informática, Nov 2007

3.3 Red de Voz

La red de voz está formada tanto por centralillas telefónicas así como instalaciones de líneas directas de las distintas centrales telefónicas. La red física en los edificios está conformada por pares de cobre tendidos sin normas ni rutas, por lo que los cables están expuestos o sujetos en las paredes. Es una excepción los nuevos locales en los edificios de Gapal, Tarqui y algunas localidades puntuales como San Agustín en donde se ha creado un cableado estructurado para una red paralela a la de datos, sin embargo, la administración de la red de voz (PBXs y líneas directas) no existe por lo que muchas veces se rompen los estándares de cableado, pues el crecimiento no está normado.

3.3.1 Líneas de extensión

Las extensiones disponibles para las localidades son definidas en las centralillas según se muestra en la Tabla 9. Existen líneas extensiones en la localidad de Gapal, las mismas que son llevadas desde la localidad Centro mediante un enlace troncal.

Tabla 9: Levantamiento de PBX's

Localidad	Marca	Líneas Definidas
Centro/Telecomunicaciones	Nortel Meridian	197
Tarqui	Nortel Meridian	53
Ucubamba	Panasonic KX-TA616	10
Parque Industrial	3Com NBX-V 3000	15
	Panasonic KX-TA616	10
Total		280

Fuente: Dirección de telecomunicaciones, Nov 2007

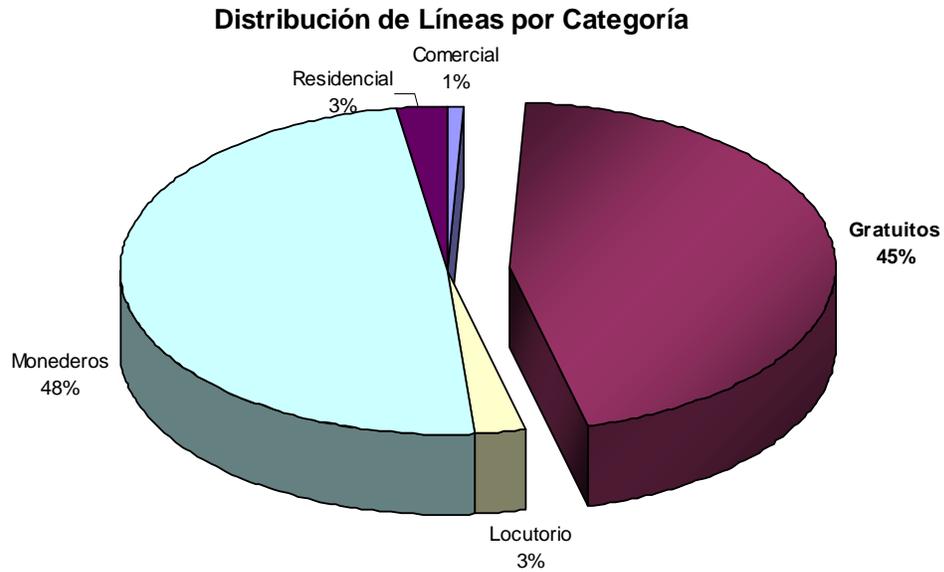
3.3.2 Líneas Directas

ETAPA en su sistema de facturación y atención al cliente define diferentes tipos de líneas tanto para transmisión de datos como para comunicaciones, así como las tarifas y su ubicación. En base a este criterio se procesaron las líneas que tenían la palabra descriptiva "ETAPA" directamente de la base de datos de telefonía. Los resultados determinaron que a nombre de ETAPA se encuentran líneas de diferentes tipos y categorías según la Tabla 10. El análisis se efectuó sobre los meses de Agosto y Noviembre de 2007 para tener un margen y proyectar comportamientos.

Tabla 10 Distribución de líneas por categoría

Categoría	Agosto	%	Noviembre	%
Comercial	10	1%	10	1%
Gratuitos	499	45%	500	46%
Locutorio	28	2%	28	3%
Monederos	537	48%	539	50%
Residencial	47	4%	11	1%
Total	1,121	100%	1,088	100%

Fuente: Base de datos de telefonía, Nov 2007



Existe un total de 57 líneas telefónicas - Comerciales (10) y Residenciales (47) – que deberían ser analizadas si la descripción y la categorización se mantiene de manera particular sobre los Comerciales que consisten de líneas asignadas como *Radios*. El estudio se enfocará sobre las líneas catalogadas como *Gratuitos* que son de uso interno de ETAPA.

3.3.3 Categorización de Líneas Gratuitas

El total de líneas telefónicas que está a disposición del personal de ETAPA ya sea para las comunicaciones interpersonales y para otros fines como transmisión de datos, pruebas, etc., fueron evaluadas en los 2 períodos mencionados según se presenta a continuación. Las líneas están etiquetadas como Tipo 8 Gratuitos (ETAPA) lo que significa que se realiza el proceso de valoración mas no de facturación al ser teléfonos de uso interno.

A su vez este tipo fue organizado en categorías de utilización según se muestra en la Tabla 12. El agrupamiento obedece a la utilización que se da a las líneas y la asociación que tiene por descripción, y en base a esto se tomo estos criterios de agrupamiento

Tabla 11 Tipos de líneas Gratuitas

Nombre	Descripción
Oficinas	Líneas para uso del personal interno
Provisional	Líneas de instalación temporal. ETAPA coloca a disposición de clientes líneas durante tiempos de corta duración y su consumo es facturado al terminar su utilización
Pruebas	Líneas destinadas para pruebas de equipos e instalaciones
Tanque	Líneas de comunicación y garitas de personal de los centros de reserva
Concentrador	Líneas de comunicación en los concentradores telefónicos
Varios	Líneas con descripciones de diferente tipo de entidades asociadas a la empresa por ejemplo: Comité de Empresa

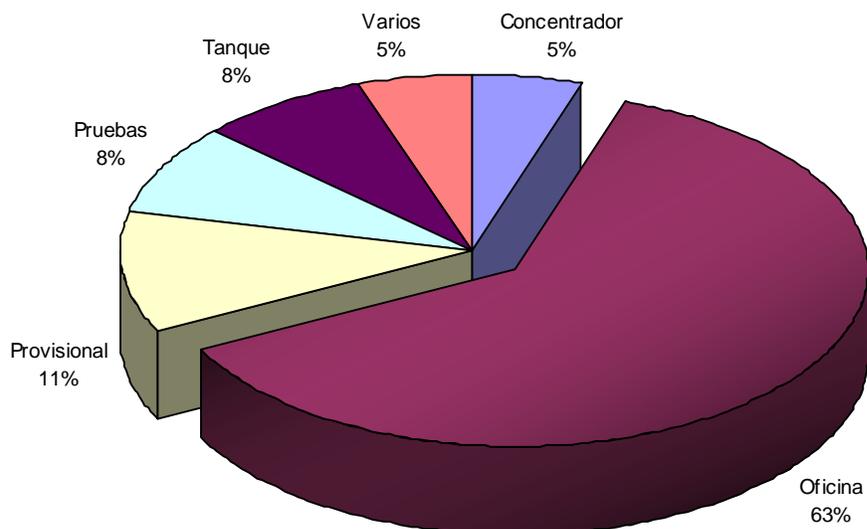
La distribución de las categorías durante los meses de Agosto y Noviembre relativamente se han mantenido estables y no hay cambios marcados

Tabla 12 Categorización de líneas Gratuitas

Categoría	Agosto	%	Noviembre	%
Concentrador	26	5%	25	5%
Oficina	309	62%	311	62%
Provisional	57	11%	56	11%
Pruebas	41	8%	41	8%
Tanque	41	8%	40	8%
Varios	25	5%	27	5%
Total	499	100%	500	100%

Fuente: Base de datos de telefonía, Nov 2007

Categorización de líneas Gratuitas



Inicialmente, el estudio debería enfocarse a las líneas catalogadas Oficina, sin embargo por un proceso aleatorio de comprobación de las líneas catalogadas como *Pruebas*, la incidencia en la generación de tráfico y la detección que algunas de ellas como líneas de Oficina, el análisis de tráfico se basará sobre estas dos categorías. Los cuadros siguientes presentan la comparación de la contribución de las líneas catastradas como Oficina y que se deberían valorar inicialmente.

Tabla 13 Participación de Líneas de Oficina

	Agosto	%	Noviembre	%
Gratis	499	100%	500	100%
Oficina	309	62%	311	62%
Diferencia	190	38%	189	38%

Fuente: Base de datos de telefonía, Nov 2007

Luego de determinar la participación de los otros grupos se reorganizó el estudio y las líneas a dimensionar corresponden a las definidas como Oficina y *Pruebas*. Las líneas de Tanques y Concentradores se analizan posteriormente el impacto económico sin embargo están fuera del alcance del dimensionamiento de la solución de una red convergente. El tráfico generado por las *Líneas Descartadas* debería analizarse detenidamente para establecer parámetros de corrección o soluciones diferentes si fuera necesario al estar interviniendo líneas de datos y de voz. Las líneas *Otros* se sugiere se de otro tratamiento y categorización como *Provisionales* y los *Varios* se analice detenidamente de manera particular su utilización al ser un porcentaje importante.

Tabla 14 Distribución de líneas a dimensionar

Descripción	Agosto	%	Noviembre	%
Líneas a dimensionar*	350	70%	352	71%
Líneas descartadas**	67	13%	65	13%
Otros ***	82	16%	83	17%
Total	499	100%	500	100%

* Oficina y *Pruebas*

** Tanques y Concentradores

*** Provisional y *Varios*

Fuente: Base de datos de telefonía, Nov 2007

3.3.4 Distribución por localidades

Las líneas que se considerarán en el dimensionamiento de los equipos, enlaces y tráfico corresponden a las de *Oficina* y *Pruebas*, sin embargo las catalogadas como *Pruebas* mantienen inconsistencia de la localidad y su ubicación física no corresponde necesariamente con la almacenada en el sistema de información. Debido a esto, en el dimensionamiento de tráfico deberá considerarse un coeficiente de corrección y ajuste. La Tabla 15 presenta la distribución de las líneas asignadas a actividades de comunicación de personal según las localidades definidas en la Intranet.

Tabla 15 Distribución de líneas por localidad

Localidad	Líneas Telefónicas	%
Alo Arenal	3	1.0%
Alo Centro	2	0.6%
Alo Ricaurte	1	0.3%
Alo Terminal	1	0.3%
Bodega	6	1.9%
Cajas	3	1.0%
Cebollar	11	3.5%
Centro	84	27.1%
Ejido	9	2.9%
Gapal	40	12.9%
Morejón	8	2.6%
Parque Industrial	15	4.8%
San Agustin	14	4.5%
Tarqui	29	9.4%
Telecomunicaciones	36	11.6%
Tixán	7	2.3%
Totoracocha	23	7.4%
Ucubamba	18	5.8%
Total	310	100.0%

Fuente: Base de datos de telefonía, Nov 2007

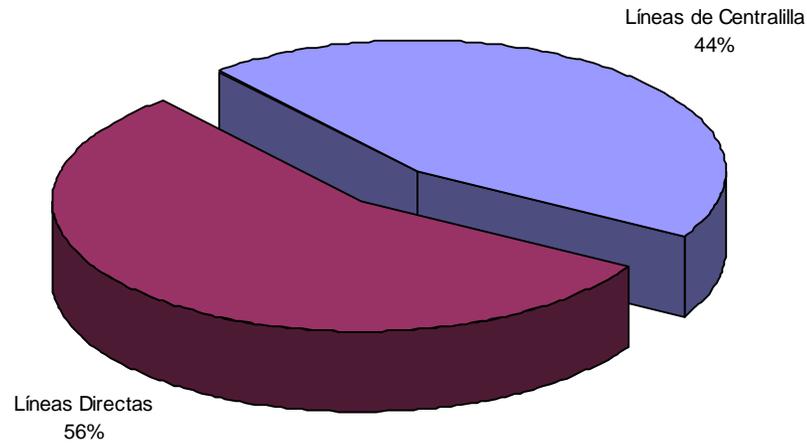
Unificando las líneas directas y las de las centralillas los totales son según se presenta a continuación

Tabla 16: Líneas Directas y de Centralillas Catastradas

Descripción	Líneas	Líneas
	Agosto	Noviembre
Centralilla	280	280
Directas	350	352
Total	630	632

Fuente: Base de datos de telefonía y Dirección de Telecomunicaciones

Líneas Directas y de Centralilla



3.4 Red de Video

La empresa no cuenta al momento con una red de video comunicación integrada a la red LAN y por el contrario cuenta con equipos aislados con conexiones ADSL al Internet y velocidades de 512 Kbps. La distribución de estos equipos es la siguiente:

Tabla 17 Equipos de Video Comunicación

Marca	Localidad
HUAWEI ViewPoint 8610	Municipio de Cuenca
POLYCOM VSX7700	Gerencia General
POLYCOM VSX7700	Gerencia Comercial

Fuente: Dirección de Telecomunicaciones

Existen dos redes de video vigilancia conformadas por cámaras de video enlazadas a un DVR (Digita Video Recording), una red se encuentra instalada en el Edificio de la Gran Colombia y Tarqui y la otra red en la Gerencia Comercial ubicada en la Av. 10 de Agosto y Av. Paucarbamba (Multiservicios Gapal), de estas redes de video, cuyo cableado es de tipo coaxial, el único elemento integrado a la red LAN empresarial, es el DVR de Gapal, y cuyo acceso es exclusivo de la Dirección Administrativa, pues no existe almacenamiento continuo y respaldo de la información obtenida con los sistemas.

Hasta el momento de la realización de este documento, la empresa estaba en proceso de contratación de un sistema de video vigilancia para varios locales de ETAPA de entre los que se cuenta al edificio de Administración Central ubicado en las calles Benigno Malo 7-78 y Sucre, Bodegas Generales de ETAPA ubicadas junto al centro de atención multiservicios Gapal en la Av. 10 de Agosto y Av. Paucarbamba, Central Totoracocha ubicada en las calles Rumihurco y Rio Cutucu, Central Ejido ubicada en la Luis Moreno Mora sector Colegio la Salle, adicionalmente dentro del proyecto esta contemplado la migración del sistema de la calle Tarqui y Gran Colombia para integrarlo al nuevo sistema. Una de las responsabilidades asumidas por ETAPA en esta contratación es la de proveer los enlaces de datos a través de la red LAN para que todos los DVR's puedan conectarse al centro de monitoreo centralizado a ser ubicado en las oficinas establecidas con ese fin.

3.5 Equipamiento VoIP

ETAPA dentro de su proyecto NGN ha adquirido equipamiento de VoIP para realizar pruebas de compatibilidad, los mismos que serán utilizados dentro del ambiente piloto en la Gerencia de Telecomunicaciones. El equipamiento existente es:

Tabla 18 Equipamiento VoIP de ETAPA

Categoría	Modelo	Cantidad
Call Manager	Cisco Call Manager 5.x	1
Teléfonos IP	Cisco IP 7960	1
	Cisco IP 7970	2
	Cisco IP 7912	4
Dispositivos auxiliares	ATA 286	4
Softphones	IP Communicator	5
Videoteléfonos	Huawei VP8210-VC2M5SPEG	4

Fuente: Dirección de Telecomunicaciones, Nov 2007

3.6 Análisis de Tráfico de Voz

ETAPA al ser dueña de las centrales y de las líneas telefónicas, no realiza una gestión adecuada de instalaciones, movimientos y acceso a servicios (ej. DDI) por lo que es complicado contar con un catastro real y actualizado.

Las centrales telefónicas de ETAPA, al momento no tienen la opción de soportar registro de CDRs para tráfico de llamadas locales, solamente se registra los CDRs para el tráfico de larga distancia nacional, internacional y celular. Para el registro del tráfico local se maneja únicamente los contadores.

Las líneas directas sufren un proceso de valoración en tiempo y en dinero a partir de los CDRs de tráfico. Si bien son valores que ETAPA asume como costo interno estos no son tomados en cuenta en toma de decisiones o políticas de mejoras. Existe un reglamento de uso de teléfono que ha sido aplicado desde el mes de Octubre por lo que los resultados se verán reflejado en un tiempo medio. Se presenta los resultados de los dos períodos analizados en cuanto al tráfico.

Tabla 19 Tráfico en Minutos por Destino

Destino	Agosto	%	Noviembre	%	Incremento
Local	98,747	74%	131,780	76%	33%
Regional	2,280	2%	4,305	2%	89%
Nacional	3,225	2%	4,182	2%	30%
Celular	29,870	22%	32,472	19%	9%
Total	134,122	100%	172,739	100%	29%

* Incluye Categoría Oficina y Pruebas

Fuente: Base de datos de telefonía

En el dimensionamiento de tráfico es necesario determinar el comportamiento en cada localidad para establecer los enlaces, equipos y mejor arquitectura para las soluciones planteadas (Véase Capítulo III). Como se indicó previamente, la ubicación de las líneas *Pruebas* es incierto, por lo que la distribución de localidades se las efectuó únicamente con las líneas de *Oficina*.

Tabla 20 Tráfico por Localidades (en minutos)

Localidad	Agosto	%	Noviembre	%	Comportamiento Absoluto ¹	Comportamiento Relativo ²
Alo Arenal	2,079	1.6%	2,424	1.4%	↑ 16.6%	↓ -0.2%
Alo Centro	1,269	1.0%	283	0.2%	↓ -77.7%	↓ -0.8%
Alo Ricaurte	350	0.3%	681	0.4%	↑ 94.6%	↑ 0.1%
Alo Terminal	603	0.5%	999	0.6%	↑ 65.7%	↑ 0.1%
Bodega	4,303	3.3%	4,868	2.9%	↑ 13.1%	↓ -0.4%
Cajas	1,401	1.1%	1,646	1.0%	↑ 17.5%	↓ -0.1%
Cebollar	6,774	5.2%	4,438	2.6%	↓ -34.5%	↓ -2.6%
Centro	29,153	22.4%	62,434	37.2%	↑ 114.2%	↑ 14.8%
Ejido	3,041	2.3%	3,634	2.2%	↑ 19.5%	↓ -0.2%
Gapal	22,893	17.6%	29,181	17.4%	↑ 27.5%	↓ -0.2%
Morejon	3,507	2.7%	4,493	2.7%	↑ 28.1%	↓ 0.0%
Parque Industrial	6,465	5.0%	5,717	3.4%	↓ -11.6%	↓ -1.6%
San Agustín	4,024	3.1%	5,404	3.2%	↑ 34.3%	↑ 0.1%
Tarqui	10,041	7.7%	6,787	4.0%	↓ -32.4%	↓ -3.7%
Telecomunicaciones	17,244	13.2%	18,449	11.0%	↑ 7.0%	↓ -2.2%
Tixan	5,717	4.4%	3,399	2.0%	↓ -40.5%	↓ -2.4%
Totoracocha	5,896	4.5%	6,661	4.0%	↑ 13.0%	↓ -0.6%
Ucubamba	5,571	4.3%	6,291	3.7%	↑ 12.9%	↓ -0.5%
Total	130,331	100.0%	167,789	100.0%		

* Incluye categoría Oficina

Fuente: Base de datos de telefonía

La base de datos no contiene información de la valoración de las llamadas locales para los grupos asignados a ETAPA, por tal motivo se tomó la tarifa de \$0,007 que corresponde a la aplicada a las Empresas Públicas para poder determinar los costos asociados al tráfico. Los costos por tipo de llamada se presentan en la Tabla 21 donde se incluye el monto del tráfico generado por todas los tipos de la categoría *Gratis*. En la Tabla 22 se determina solamente el costo del tráfico en estudio, es decir del tipo Oficina y Pruebas.

Tabla 21 Costos de Telefonía por Tipo de Llamada

Destino	Agosto	%	Noviembre	%	Incremento
Local	\$ 1,121.82	17%	\$ 1,289.51	18%	15%
Regional	\$ 54.31	1%	\$ 61.72	1%	14%
Nacional	\$ 137.29	2%	\$ 179.26	2%	31%
Celular	\$ 5,232.02	80%	\$ 5,704.87	79%	9%
Total	\$ 6,545.44	100%	\$ 7,235.36	100%	11%

* Incluye Todas las Categorías de tipo *Gratis*

Fuente: Base de datos de telefonía

¹ Comportamiento de aumento o disminución de tráfico relativo al mes de Agosto

² Comportamiento de aumento o disminución de tráfico relativo al total

Tabla 22 Costos de Telefonía por Tipo de Llamada de las Líneas bajo estudio

Destino	Agosto	%	Noviembre	%	Incremento
Local	\$ 691.23	11%	\$ 922.46	13%	33%
Regional	\$ 46.29	1%	\$ 53.63	1%	16%
Nacional	\$ 129.85	2%	\$ 168.37	2%	30%
Celular	\$ 5,082.64	86%	\$ 5,525.27	84%	9%
Total	\$ 5,950.01	100%	\$ 6,669.73	100%	12%

* Incluye las categorías Oficina y Pruebas

Fuente: Base de datos de telefonía

Los costos analizados corresponden únicamente a los causados por motivo de tráfico de llamadas al ser imposible determinar los costos referentes a instalación, mantenimiento, cableado, traslados de líneas, etc., ya que no existe una gestión de este tipo de ítems ni definición de políticas claras.

CAPÍTULO 4

DISEÑO GENERAL PARA ETAPA

4.1 Introducción

Un proyecto de esta naturaleza siempre debe ser abordado con la perspectiva de establecer un balance entre los beneficios que reporta al usuario esa tecnología (sean económicos, de mejora en la operación, de organización, etc.), frente a las inversiones que se deben realizar. Donde no solo se tome en cuenta el impacto tecnológico sino elementos de productividad y mejoras que muchas de las veces no son percibidas directamente.

El diseño de una solución de red convergente para ETAPA involucra a partir del estudio detallado de la realidad actual la consideración a mediano plazo para soportar el tráfico de voz, mejoras en la movilidad, disponibilidad, confiabilidad y considerar diferentes soluciones tecnológicas que cubran las necesidades planteadas.

Así también el futuro de una red convergente definirá nuevos servicios y un crecimiento que debe avizorarse a futuro para sacar el mayor provecho de una solución de este tipo traduciéndose todo en un mejor aprovechamiento de la infraestructura y un mecanismo para mejorar la comunicación interna y los hábitos de trabajo. Los nuevos servicios a considerar a futuro como mensajería unificada, IVR, Contact Center, etc; herramientas de gestión y administración para control de CDRs, servicios prepago, definición de horarios, etc.

4.2 Diseño de la Solución

La solución tecnológica buscará en un tiempo determinado acoplar las 18 localidades mencionadas bajo un esquema de red convergente partiendo

del equipamiento existente, evaluando sus características y opciones para establecer el proceso de migración a una red integrada y convergente.

El diseño de la red seguirá un esquema donde se localizan centralitas IP PBX en las localidades y estas se conectan al sistema principal localizado en la localidad Centro a través del cual se encaminarán las llamadas hacia y desde el sistema RTPC.

El tráfico estimado que deberá soportar la solución será considerado el valor del mes de noviembre con un incremento del 40% lo que garantizará que el diseño soportará un crecimiento aceptable para los siguientes 5 años. Los valores de crecimiento se presentan a continuación y fueron establecidos a partir del tráfico del mes de Noviembre de 2007.

Tabla 23 Crecimiento de tráfico estimado

Localidad	Min/mes	Crecimiento
Alo Arenal	2,424	3,394
Alo Centro	283	396
Alo Ricaurte	681	953
Alo Terminal	999	1,399
Bodega	4,868	6,815
Cajas	1,646	2,304
Cebollar	4,438	6,213
Centro	62,434	87,408
Ejido	3,634	5,088
Gapal	29,181	40,853
Morejon	4,493	6,290
Parque Industrial	5,717	8,004
San Agustin	5,404	7,566
Tarqui	6,787	9,502
Telecomunicaciones	18,449	25,829
Tixan	3,399	4,759
Totoracocha	6,661	9,325
Ucubamba	6,291	8,807
Total	167,789	234,905

4.2.1 Direccionamiento

En cuanto al direccionamiento, se utiliza direccionamiento privado con redes de tipo C y segmentación bajo subredes; los rangos de direcciones IP

se presentan a continuación. Como política se sugiere manejar rangos de direccionamiento de voz similares.

Tabla 24: Direccionamiento IP

Localidad	Datos	Voz
Alo Arenal	192.168.75.0	192.168.175.0
Alo Centro	192.168.70.0	192.168.170.0
Alo Ricaurte	192.168.75.0	192.168.175.0
Alo Terminal	192.168.75.0	192.168.175.0
Bodega	192.168.78.0	192.168.178.0
Cajas	192.168.84.0	192.168.184.0
Cebollar	192.168.77.0	192.168.177.0
Centro	192.168.60.0	192.168.160.0
Ejido	192.168.71.128	192.168.171.128
Gapal	192.168.78.0	192.168.178.0
Morejon	192.168.81.0	192.168.181.0
Parque Industrial	192.168.74.0	192.168.174.0
San Agustin	192.168.80.0	192.168.180.0
Tarqui	192.168.79.0	192.168.179.0
Telecomunicaciones	192.168.70.0	192.168.170.0
Tixan	192.168.77.0	192.168.177.0
Totoracocha	192.168.71.0	192.168.171.0
Ucubamba	192.168.72.0	192.168.172.0

4.2.2 Ancho de Banda y Tráfico

Una de las etapas críticas del diseño de una solución convergente de servicios es el cálculo del ancho de banda necesario para cursar el tráfico de llamadas y el de datos manteniendo la calidad de servicio exigida por cada tipo de tráfico. En este ancho de banda influyen fundamentalmente tres factores: el *volumen de tráfico* cursado (es decir, las llamadas que debe soportar la red), el *codec* empleado para la generación de los paquetes de voz y el *formato* de dichos paquetes (cabecera e información útil).

El tráfico es una medida de la carga de los recursos de la red, de manera que cuanto mayor es el nivel de tráfico, tanto mas cargados están los recursos o tantos más recursos son necesarios para mantener una ocupación dada. Un aspecto importante en el análisis del tráfico es la capacidad de bloqueo del sistema, es decir, la probabilidad de que un usuario acceda al sistema para realizar una llamada y éste no disponga de

los recursos necesarios para cursarla. Idealmente esta probabilidad debería ser nula. Sin embargo, en un sistema con esas características algunos recursos estarían desocupados parte del tiempo y eso en el mundo real significa pagar por los recursos disponibles indistintamente de que sean o no ocupados, por lo tanto, la eficiencia de utilización de los recursos de la red resulta crítica. Por ello, se trata de buscar soluciones más eficientes tolerando cierta probabilidad de bloqueo a la vez que se garantiza una calidad elevada. En las redes telefónicas convencionales estos valores están en el orden del 0.05% a 1%.

Una vez que se establece la probabilidad de bloqueo que se desea tolerar, el paso siguiente es calcular el volumen de tráfico que la red tendrá que cursar. Para ello, se deben analizar los CDR's y obtener el tráfico en la hora cargada (BHT, Busiest Hour Traffic), es decir, la hora del día en la cual el tráfico es mayor. Para el caso de estudio no se dispone de todo el grupo de CDR's debido a que como ya se indicó ETAPA registra CDR's en sus centrales TDM, únicamente para el tráfico de larga distancia nacional, internacional y celular, y registra contadores de tasación para el tráfico local, por lo tanto, vale realizar algunas suposiciones al respecto.

En un entorno de oficina estándar, la hora cargada de cualquier día equivale al 15% o 20%³ del tráfico total del día (la recomendación ITU-T E.492 proporciona una metodología detallada para la medición de la carga de tráfico). En el diseño de las redes telefónicas tradicionales se considera un tráfico promedio por abonado de 0.1 Erlangs en Zona Urbana y 0.07 Erlangs para Zona Rural, sin embargo en ambientes de empresa valores como 0.3 a 0.5 Erlangs pueden ser considerados.

$$\text{Busy_Hour_Call_Minutes} = [\text{Monthly_Call_Minutes} / 22] * .20$$

Se puede calcular el valor de Erlang de la hora cargada dividiendo Busy_Hour_Call_Minutes por 60.⁴

³ Tecnología VoIP y Telefonía IP, José Manuel Huidrobo Moya, ISBN 84-96300-22-6, Alfaomega 2006.

⁴ Kevin Wallace, Voice over Ip First-Step, Cisco Press, ISBN: 1-58720-156-9, Diciembre 7, 2005, <http://cisco.iphelp.ru/faq/17/main.html>, consulta a 30 de enero del 2008.

Erlangs = BHCA_Minutes / 60 min

Tabla 25: Tráfico de voz en la hora cargada

Localidad	Líneas estimadas	Tráfico (minutos)	Busy Hour Call Minutos (20%)	Tráfico BHT (Er)
Alo Arenal	5	3,394	30.85	0.51
Alo Centro	2	396	3.60	0.06
Alo Ricaurte	1	953	8.67	0.14
Alo Terminal	3	1,399	12.71	0.21
Bodega	15	6,815	61.96	1.03
Cajas	8	2,304	20.95	0.35
Cebollar	12	6,213	56.48	0.94
Centro	78	87,408	794.61	13.24
Ejido	20	5,088	46.25	0.77
Gapal	88	40,853	371.39	6.19
Morejon	18	6,290	57.18	0.95
Parque Industrial	33	8,004	72.76	1.21
San Agustin	20	7,566	68.78	1.15
Tarqui	60	9,502	86.38	1.44
Telecomunicaciones	67	25,829	234.81	3.91
Tixan	8	4,759	43.26	0.72
Totoracocha	15	9,325	84.78	1.41
Ucubamba	22	8,807	80.07	1.33

Una vez determinado el tráfico BHT en Erlangs se puede calcular el número de canales de voz (Cvoz) necesarios para cursar el tráfico (A) con una determinada probabilidad de bloqueo (PB) utilizando la fórmula de Erlang-B:

$$Eb(A,Cvoz) < PB$$

Se ha estimado el número de canales con probabilidades de pérdida de llamadas de 0,001% y 0,02% lo que significa que se pierde 1 llamada de cada 1000 y 2 de cada 100 respectivamente.

Tabla 26: Canales de voz necesarios en cada localidad

Localidad	Trafico BHT (Er)	Canales de voz PB=0,001%	Canales de voz PB=0,02%
Alo Arenal	0.51	5	3
Alo Centro	0.06	3	2
Alo Ricaurte	0.14	3	2
Alo Terminal	0.21	4	2

Localidad	Trafico BHT (Er)	Canales de voz PB=0,001%	Canales de voz PB=0,02%
Bodega	1.03	6	4
Cajas	0.35	4	3
Cebollar	0.94	6	4
Centro	13.24	26	21
Ejido	0.77	6	4
Gapal	6.19	16	12
Morejon	0.95	6	4
Parque Industrial	1.21	7	5
San Agustin	1.15	7	5
Tarqui	1.44	7	5
Telecomunicaciones	3.91	12	9
Tixan	0.72	5	4
Totoracochoa	1.41	7	5
Ucubamba	1.33	7	5

Otro aspecto a tomar en cuenta dentro del diseño es el codec utilizado, el cual determinara la calidad de la voz, el ancho de banda por canal y el retardo sufrido por los paquetes. Los parámetros que permiten distinguir los diferentes codec son:

Complejidad: Es una medida de la cantidad de CPU necesaria para procesar el algoritmo de codificación y por tanto del número de canales de voz que puede soportar un mismo DSP.

Compresión de la voz: Una de las funciones de los codecs es llevar a cabo la compresión de la señal de la voz para que ocupe un ancho de banda menor a la hora de transmitir por la red de paquetes.

Calidad de la voz: Cada codec se caracteriza por una cierta calidad de voz, en donde, generalmente a mayor tasa de compresión menor calidad.

Retardo: Para codificar y comprimir la señal, el codec necesita cierto retardo.

La elección de uno u otro codec depende de los parámetros que se requieran en cada caso considerar, de todas maneras G.711, G.723 y G.729 son los más empleados.

En un paquete genérico, podemos distinguir entre la carga útil (las muestras de voz) y sobrecarga o lo que es lo mismo las cabeceras empleadas por los protocolos de los diferentes niveles. Estas cabeceras también consumen ancho de banda y deben ser considerados.

La carga útil está determinada por el tiempo de generación de cada paquete de voz (por defecto, 20ms) y por la velocidad del codec, según la expresión:

$$\text{Payload (bytes)} = \frac{\text{codec_speed(bps)} * \text{Datagram_delay(ms)}}{8 \text{ bits/byte} * 1000 \text{ ms/s}}$$

$$\text{Payload (bytes)} = \frac{8000(\text{bps}) * 20(\text{ms})}{8 \text{ bits/byte} * 1000 \text{ ms/s}}$$

$$\text{Payload (bytes)} = 20 \text{ bytes}$$

Se consideró utilizar el codec G.729 a 8kbps y un tiempo entre paquetes de 20ms como el más adecuado para la situación, el tamaño de la carga útil será de 20 bytes. Por otra parte, la sobrecarga queda definida por la pila de protocolos empleada, el flujo de bits de voz generado por el codec se encapsula en segmentos UDP, éstos en IP y finalmente en tramas Ethernet por el tipo de enlaces utilizados en el estudio, pues de lo contrario se debe considerar cada tecnología de entramado (ethernet, ppp, ATM, FrameRelay) para realizar los cálculos adecuados. Para el caso de estudio el entramado sería Ethernet (cabecera Ethernet 14 bytes, cabecera IP 20 bytes, Cabecera UDP 8 bytes, Cabecera RTP 12 bytes, cola ethernet 4 bytes) por tanto la cantidad de bytes en el pero caso será de 58 bytes, por tanto la trama completa tendrá una longitud de 78 bytes.

Cada llamada requiere de dos flujos RTP, uno para cada sentido de la comunicación. Por tanto el ancho de banda por llamada será de:

$$\text{BW (kbps)} = \frac{2 * \text{frame_size(bytes)} * 8 \text{ bits/byte}}{\text{Datagram_delay (ms)}}$$

$$\text{BW (kbps)} = \frac{2 * 78(\text{bytes}) * 8 \text{ bits/byte}}{20(\text{ms})}$$

BW (kbps) = 62.4 kbps

Entonces el ancho de banda de cada canal vocal será de 62.4 Kbps. Con esta información, el ancho de banda necesario par cursar las comunicaciones de voz utilizando G.729 será:

Tabla 27: Canales de voz y ancho de banda necesario

Localidad	Canales de voz PB=0,001%	Ancho de Banda (Kbps)	Canales de voz PB=0,02%	Ancho de Banda (Kbps)
Alo Arenal	5	312	3	187.2
Alo Centro	3	187.2	2	124.8
Alo Ricaurte	3	187.2	2	124.8
Alo Terminal	4	249.6	2	124.8
Bodega	6	374.4	4	249.6
Cajas	4	249.6	3	187.2
Cebollar	6	374.4	4	249.6
Centro	26	1622.4	21	1310.4
Ejido	6	374.4	4	249.6
Gapal	16	998.4	12	748.8
Morejon	6	374.4	4	249.6
Parque Industrial	7	436.8	5	312
San Agustin	7	436.8	5	312
Tarqui	7	436.8	5	312
Telecomunicaciones	12	748.8	9	561.6
Tixan	5	312	4	249.6
Totoracocho	7	436.8	5	312
Ucubamba	7	436.8	5	312

Bajo las consideraciones planteadas, analizando contra el ancho de banda de los enlaces actuales, se puede determinar el crecimiento y las localidades que necesitarían ampliar sus enlaces para soportar el tráfico de voz que se incrementa. La consideración se la realiza con un PB=0.001% que sería la situación más crítica.

Tabla 28 Estimaciones de ancho de banda de localidades

Localidad	Ancho de Banda Actual (Kbps)	Ancho de Banda Requerido (Kbps)	Diferencia	Estado del Ancho de Banda
Alo Arenal	64	312	248	Requerido
Alo Centro	102,400	187.2	-102,217	Suficiente
Alo Ricaurte	128	187.2	59.2	Requerido
Alo Terminal	64	249.6	185.6	Requerido
Bodega	102,400Mbps	374.4	-102,399Mbps	Suficiente
Cajas	512	249.6	-262.4	Suficiente
Cebollar	256	374.4	118.4	Requerido
Centro	102,400	1622.4	-102,399Mbps	Suficiente
Ejido	102,400Mbps	374.4	-102,399Mbps	Suficiente
Gapal	102,400Mbps	998.4	-102,399Mbps	Suficiente
Morejon	102,400Mbps	374.4	-102,399Mbps	Suficiente
Parque Industrial	1024	436.8	-587.2	Suficiente
San Agustín	102,400Mbps	436.8	-102,399Mbps	Suficiente
Tarqui	512	436.8	-75.2	Suficiente
Telecomunicaciones	102,400Mbps	748.8	-102,399Mbps	Suficiente
Tixán	128	312	184	Requerido
Totoracochoa	102,400Mbps	436.8	-102,399Mbps	Suficiente
Ucubamba	102,400Mbps	436.8	-102,399Mbps	Suficiente

De lo observado en la tabla anterior se puede desprender que se necesitan la ampliación del ancho de banda en 5 enlaces (Alo Arenal, Alo Ricaurte, Alo Terminal, Cebollar, Tixán) para soportar el tráfico generado por la voz. La estimación de ampliación se sugiere sea a enlaces de 512kbps aunque en muchos casos lo requerido sea menor, esto con la finalidad de soportar crecimientos de tráfico de datos y mejorar la calidad de servicio. Si bien los enlaces como Cajas⁵, Parque Industrial, Tarqui, soportan el diseño realizado también es recomendable se realice su ampliación.

4.2.3 Plan de Marcación

Un plan de marcación define las reglas bajo las cuales se realiza el encaminamiento de las llamadas salientes y entrantes. En los sistemas convencionales, el plan de marcación es un sistema que permite a los usuarios llamarse unos a otros por medio de un número telefónico, en la videoconferencia y la VoIP (Telefonía IP), el plan de marcación se entiende

⁵ La localidad del Cajas se interconecta con la Tarqui para acceder al Core de servicios, por lo que se considera en el diseño únicamente el enlace de la localidad Tarqui como última milla

como un sistema que permite a los usuarios establecer llamadas punto a punto y multipunto, así como unirse a conferencias ya activas. Para ello los participantes deberán introducir una cadena de dígitos y/o caracteres en su Terminal IP.

Los principales puntos a considerar en un plan de marcación son:

- Organizar los elementos de control de llamadas en una topología jerárquica que facilite la ubicación de los puntos terminales.
- Asignar los números de extensión y alias a los puntos terminales.
- Configurar los gateways y unidades multipunto para el soporte del servicio.
- Asignar los prefijos necesarios para hacer eficaz la marcación dentro y entre las distintas zonas en la red IP, así como marcar desde y hacia redes de telecomunicaciones convencionales RTPC.

El plan de marcación debe ser escalable. Si se inicia de una manera jerárquica se puede definir la red IP como una sola zona (un gatekeeper o Unidad de control de llamadas MGC "Media Gateway Controller"), con un pequeño número de terminales y después crecer el plan de marcación conforme se expanda la red. Para la solución se ha definido un plan de marcación de 4 dígitos y la distribución en la de la tabla a continuación.

Tabla 29: Plan de marcación

Localidad	Usuarios	Prefijos
Alo Arenal	5	2xxx
Alo Centro	2	2xxx
Alo Ricaurte	1	2xxx
Alo Terminal	3	2xxx
Centro	78	2xxx
San Agustín	20	2xxx
Morejon	18	2xxx
Subtotal Usuarios	127	
Tixan	8	3xxx
Cebollar	12	3xxx
Cajas	8	3xxx
Subtotal Usuarios	28	

Localidad	Usuarios	Prefijos
Telecomunicaciones -Centro	67	4xxx
Ejido	20	4xxx
Totoracochoa	15	4xxx
Subtotal Usuarios	102	
Parque Industrial	33	5xxx
Ucubamba	22	5xxx
Subtotal Usuarios	55	
Gapal	88	6xxx
Bodega	15	6xxx
Subtotal Usuarios	103	
Tarqui	60	7xxx

4.3 Alternativas de Diseño

Se han planteado 3 posibles soluciones de diseño cada una con sus ventajas y desventajas. En cada solución se ha considerado la infraestructura de aparatos telefónicos existentes que deben coexistir durante un tiempo adecuado hasta que se migre completamente la red.

El mantener los aparatos telefónicos existentes requiere contar con elementos llamados Voice Gateway o IADs que no son más que concentradores de puertos de voz POTS (Plain Old Telephony System) cuya conexión al usuario mantiene la situación actual y el enlace a la centralilla IP es vía la red LAN. De esta forma la inversión se centra en el procesador de llamadas y en mínima cantidad en teléfonos IP, sin perder de vista el hecho de mantener los teléfonos convencionales y que cualquier nuevo requerimiento en telefonía debe ser canalizado hacia la nueva estructura con teléfonos IP.

En las soluciones planteadas se podrá observar que una de las plataformas propuesta para voice mail es el software de libre distribución Asterisk que en realidad es más que solo voice mail, pero que en el contexto de este estudio en dos de las tres propuestas es tomado como voice mail únicamente.

Para la instalación de la plataforma Asterisk (TRIXBOX) como Call Manager se evaluó servidores IBM x3550 sobre el sistema operativo Linux distribución CENTOS. Adicionalmente dentro de la distribución trixbox se implementan módulos como A2Billing para facturación y control de servicio de prepago y registro de CDRs para un mejor control de uso de recursos. Hay que considerar que será necesario un desarrollo posterior para la definición de recargas mensuales de consumos. La plataforma Asterisk no requiere licencias y soporta el protocolo Skynny propietario de Cisco.

Se consideran video teléfonos y teléfonos IP básicos, en un número mínimo que serían distribuidos en todas las localidades para dar las funcionalidades de convergencia y que puedan ser tomados como referencia para los procesos de migración posteriores.

La utilización de softphones de libre distribución o de soluciones propietarias deben contemplar la adquisición de los accesorios necesarios para la utilización de los mismos, como son micrófonos y parlantes separados o tipo diademas. El uso de softphones gratuitos es una buena opción inicial mientras se masifica y se implementan todas las características de los softphones propietarios.

Se plantea la utilización de un Gateway para redes celulares VoIP GSM Gateway Fast Start Series de Hypermedia Systems, con lo cual las llamadas a las redes celulares tendrían un costo menor que los pagados al utilizar la red fija interconectada a la celular. El detalle de las características técnicas y funcionalidades de los equipos y software empleado se puede ver en la sección Anexos.

4.3.1 Requerimientos Básicos

Para todas las soluciones planteadas existe un equipamiento básico que conforman el conjunto de teléfonos IP, video teléfonos, VoIP Gateways para GSM, Voice Gateways.

Tabla 30 Equipamiento básico para las soluciones

Localidad	VG 4 Ptos HUAWEI IAD 104	VG 24 puertos CISCO VG224	Video Teléfonos Huawei 8210	IP Phones modelo Cisco 7940	Diadema para softphone	VoIP GSM Gateway - Fast Start Series
Alo Arenal	2					
Alo Centro	1					
Alo Ricaurte	1					
Alo Terminal	1					
Bodega		1		2		
Cajas	2		1	2		
Cebollar		1	1	2		
Centro		4	2	4	4	1
Ejido		1	1	2		
Gapal		4	1	4		
Morejon		1		2		
Parque Industrial		2	1	2		
San Agustin		1		2		
Tarqui		3	1	2		
Telecomunicaciones		3	1	4	4	
Tixan	2		1	2		
Totoracocho		1	1	2	4	
Ucubamba		1	1	2		
Repuestos	1	1	1	1	2	
TOTAL	10	24	13	35	14	1

4.3.2 Solución 1. Solución propietaria CISCO.

En esta configuración se plantea la implementación de todo el sistema basada en una solución propietaria de la marca CISCO. La configuración de la solución consiste de:

- Dos sistemas de procesamiento de llamadas Cisco Call Manager 5.x (CCM 5.x) trabajando en redundancia 1+1 tipo cluster, en el que si un equipo falla el otro asume toda la carga del procesamiento y control. Se sugiere que físicamente los equipos se encuentren separados para aumentar las características de continuidad. Los sistemas CCM poseen características de procesamiento de CDRs para la obtención de reportes detallados. La funcionalidad de tarificación prepago y control de consumo requiere software adicional que se integre con el CCM.

El procesador de llamadas tiene conexión a la PSTN a través de dos enlaces, uno vía troncal SIP a la NGN de ETAPA y otro vía troncal R2 a la TDM de ETAPA.

- Un servidor con el sistema operativo Linux y sobre ésta la IP PBX Asterisk, que proveerá las funcionalidades de voicemail unido al Softswitch de ETAPA para uso exclusivo interno.
- Para mantener todos los equipos telefónicos actuales (teléfonos convencionales), se colocarían voice gateways de 4 y 24 puertos y éstos en conexión MGCP o H.248 con el Call Manager.
- Se considera la utilización de teléfonos IP 7940 Cisco conectados como clientes Skynny (protocolo propietario de CISCO), videoteléfonos Huawei conectados como clientes SIP y softphones como clientes SIP.
- El esquema de licenciamiento que maneja Cisco es por cada elemento de red. Un teléfono en conexión SIP (cliente) de una marca diferente a CISCO requiere 5 licencias por cada uno, mientras que el número de licencias para teléfonos Cisco es de acuerdo a la tabla⁶ (siempre inferior a 5 licencias por cada teléfono). Las conexiones troncales SIP entre los Voice Gateways y el Call Manager así como los puertos FXS no tienen costo de licenciamiento.

Los requerimientos de licenciamiento para la solución son:

Tabla 31 Esquema de Licenciamiento SIP

Descripción	Voice Gateways 4 puertos	Voice Gateways 24 puertos	Video Telefonos IP	Telefonos Cisco IP 7940	Softphone (Free)
Cantidad	10	24	13	35	14
Troncales SIP	0	0			
Clientes SIP			5		5
Clientes Skynny				3	
Subtotal Licencias	0	0	65	105	70
Total Licencias	240				

⁶ Tabla obtenida del menú System/licensing/license Unit Calculador en el Cisco Call Manager y que se encuentra en los anexos de este documento.

Por tanto el paquete de licencias considerado es de 300, dejando 60 licencias que podrían ser utilizadas para en un futuro empezar la migración de los teléfonos convencionales a teléfonos IP.

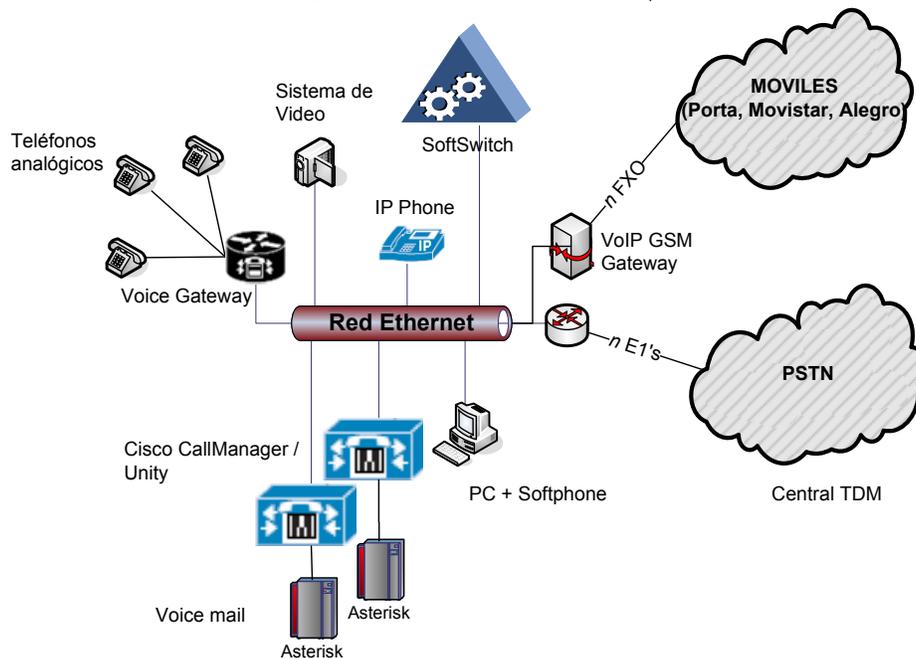
La solución propietaria CISCO requiere los siguientes elementos junto al equipamiento base definido previamente en la sección 4.3.1 Requerimientos Básicos

Tabla 32 Equipamiento para Solución 1, Cisco

Descripción	Modelo	Cantidad
Call Manager ⁷	CCM para 500 usuarios (MSC 7815-11)	2
Voice Mail	Asterisk (v 1.14) en server IBM x3550	2
Software	ABACUS Control Consumos	1
Licencias dispositivo	Licencias en CCM paquetes de 100	3

El esquema de la solución planteada se puede observar a continuación. En la sección Anexos se presenta el diagrama completo.

Gráfico 14 Diseño de Solución 1, Cisco



⁷ La Gerencia de Telecomunicaciones posee un CCM Cisco por lo que se requiere solamente un equipo adicional

4.3.3 Solución 2. Plataforma Asterix-LINUX.

En esta alternativa se plantea la utilización de procesadores de llamadas bajo licencia de libre distribución funcionando en plataforma LINUX:

- Dos sistemas en plataforma Asterisk como Call Manager principal que abarca el registro de dispositivos (teléfonos) de varias localidades, en configuración tipo cluster para cumplir con el requerimiento de alta disponibilidad. Este procesador principal es el que mantiene las conexiones en troncales SIP y R2 con las diferentes plataformas de ETAPA (centrales NGN y TDM).

Se incluye un módulo de registro de CDRs con lo cual se puede contar con la información necesaria para realizar el control de llamadas. El control prepago y facturación se administra mediante los módulos A2Billing. Bajo este esquema cada servidor Asterisk debe implementar los módulos y la interacción bajo un esquema unificado requiere un desarrollo adicional.

- Un servidor con el sistema operativo Linux y sobre ésta la IP PBX Asterisk, que proveerá las funcionalidades de voicemail.
- Cuatros sistemas en plataforma Asterisk como Call Manager situados de manera distribuida localidades donde el número de usuarios amerita se instala una centralilla IP para poder atender el requerimiento de dispositivos (teléfonos). Se mantiene el esquema donde los equipos principales son los que tramitan las llamadas hacia la PSTN, sin embargo puede darse una configuración en malla para la comunicación de los distintos servidores.
- Para mantener todos los equipos telefónicos actuales (teléfonos convencionales), se colocarían voice gateways de 4 y 24 puertos y éstos en conexión MGCP o H.248 con el Call Manager.

- La plataforma Asterisk es de libre distribución y no requiere de licenciamiento de dispositivos. También soporta el protocolo Skynny para registrar teléfonos Cisco.

La solución basada en plataforma LINUX con Asterix requiere los siguientes elementos junto al equipamiento base definido previamente en la sección 4.3.1 Requerimientos Básicos

Tabla 33 Equipamiento para Solución 2, Linux

Descripción	Modelo	Cantidad
Procesador de Llamadas	Asterisk (v 1.14) en server IBM x3550	6
Voice Mail	Asterisk (v 1.14) en server IBM x3550	1
Software	A2Billing	1
Licencias dispositivo	Licencias en CCM paquetes de 100	0

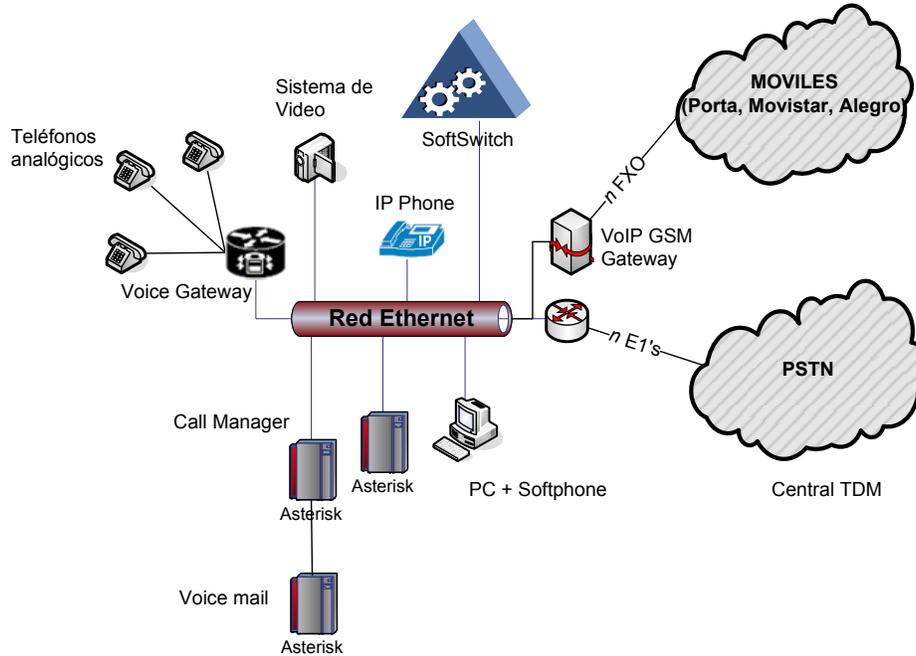
Los equipamientos Call Manager Asterisk se instalarían bajo el siguiente concepto de distribución y concentración de localidades:

Tabla 34 Distribución de CM Asterisk

Localidades	Cantidad
Alo Arenal, Alo Centro, Alo Ricarute, Alo Terminal, Centro, San Agustín, Morejón, Tixán, Cebollar, Cajas, Telecomunicaciones, Ejido, Totoracocho	2
Parque Industrial	1
Ucubamba	1
Gapal, Bodega	1
Tarqui	1

El esquema de la solución planteada se puede observar a continuación. En la sección Anexos se presenta el diagrama completo. El diagrama siguiente presenta la concepción de la arquitectura a utilizar.

Gráfico 15 Diseño de Solución 2, Asterix-Linux



4.3.4 Solución 3. IP Centrex

En esta alternativa se plantea la utilización del servicio IP CENTREX que ETAPA comercializa y que consiste en la configuración de líneas telefónicas dentro de sus centrales como si fueran parte de una centralilla PBX.

- Las líneas para que puedan tenerse los servicios de una red convergente (voz, video y datos) deberían ser de la nueva central NGN de ETAPA (líneas SIP).
- Un servidor Linux y sobre ésta la IP PBX Asterisk, que proveerá las funcionalidades de voicemail.
- Para mantener todos los equipos telefónicos actuales (teléfonos convencionales), se colocarían voice gateways de 4 y 24 puertos y éstos en conexión MGCP o H.248 con el softswitch de ETAPA.

- Servidor con la consola IP Centrex para la gestión de las extensiones (líneas telefónicas), activación y restricción de servicios especiales y permisos, revisión de CDRs, etc.
- Esta solución no contempla una herramienta de control de consumos de manera prepago.

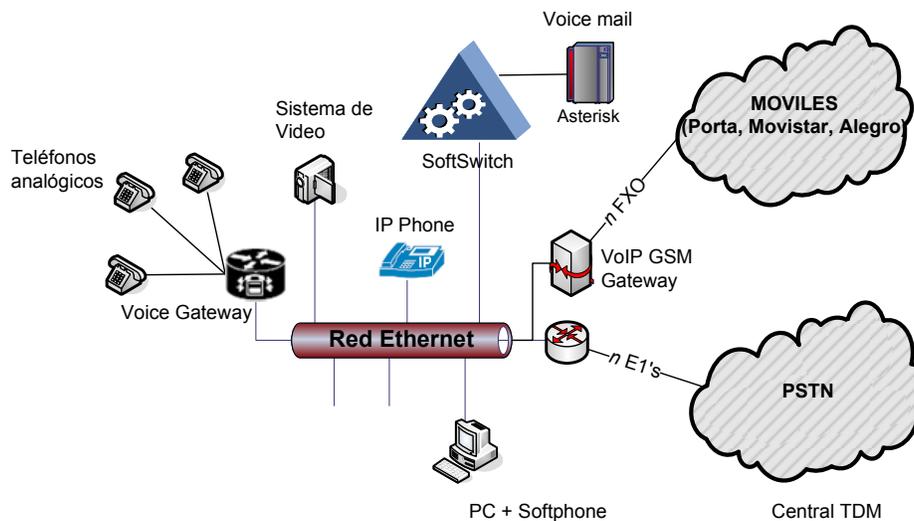
La solución basada en plataforma LINUX con Asterix requiere los siguientes elementos junto al equipamiento base definido previamente en la sección 4.3.1 Requerimientos Básicos

Tabla 35 Equipamiento para Solución 3, IP Centrex

Descripción	Modelo	Cantidad
Call Manager	Central NGN de ETAPA	n/a
Voice Mail	Asterisk (v 1.14) en server IBM x3550	1
Centrex Consola	En server IBM x3550	1
Licencias dispositivo	Licencias en CCM paquetes de 100	0

El diagrama de la configuración propuesta se muestra en la gráfica siguiente. En la sección Anexos se incluye el diagrama de la solución completa para ETAPA.

Gráfico 16 Diseño de Solución 3, IP Centrex



4.3.5 Comparación Técnica de Soluciones.

Dentro del análisis a realizar se presenta el respectivo cuadro comparativo, mediante el cual podremos llegar a establecer la mejor solución a recomendar. La comparación es de carácter técnico y posteriormente se presenta el análisis económico de las soluciones, véase 4.4 Análisis Económico de las Soluciones

Tabla 36 Comparación técnica de soluciones

Característica	Solución 1 Propietaria Cisco	Solución 2 Asterisk Linux	Solución 3 IP Centrex
Reportes de CDRs	Si	Si	Si
Control de consumos	Si	Si	Si
Capacidad prepago	Si	Si	No
Crecimiento escalable	Si	Si	No
Crecimiento de funcionalidades	Software propietario	Software libre	Soluciones de terceros
Integración con otros sistemas	Interfaces propietarias	Desarrollo propio en ETAPA	Soluciones de terceros
Soporte	Proveedor	Foros en Internet	Proveedor
Garantía	1 años	Ninguna	Política de contrato
Mantenimiento	Proveedor	Ninguna	Proveedor

Del análisis previo se desprende que la solución basada en IP Centrex no es la más adecuada para ETAPA, puesto que está orientada a pequeñas y medianas empresas donde el número de extensiones es menor a 20.

4.4 Análisis Económico de las Soluciones

La implementación de las diferentes soluciones involucra un estudio más detallado del impacto económico en donde se tome en cuenta aspectos como son la depreciación de los activos considerando un valor residual del 15% y la amortización para el caso del software con un 20% residual; en ambos casos el período de vida útil se estimó en 5 años.

Si bien ETAPA posee personal capacitado en la gestión y administración de plataformas de telefonía, es necesario el considerar aspectos de soporte externo que podrían darse ante eventualidades con la finalidad de garantizar que la prestación del servicio siempre esté soportado de una u otra manera.

En base a estas consideraciones se ha establecido estimaciones en cuanto a personal según se presenta a continuación:

Tabla 37 Costos de personal

Costo promedio anual de un ingeniero de planta	\$ 12,480.00
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 20.00
Número de años estimados de funcionamiento de la solución	5

4.4.1 Análisis de Costos

Los costos de la implantación tecnológica están asociados a dos momentos: el primero durante la instalación de la plataforma tecnológica y el segundo referente a los costos originados durante la utilización del sistema.

4.4.2 Costo Inicial de las Soluciones

Las 3 soluciones planteadas definen un equipamiento en común para todas ellas como son los Voice Gateway, VoIP Gateway GSM, Voice Mail, teléfonos IP, etc.

El costo inicial comprende:

- Costo del Hardware
- Costo del Software
- Costo de los servicios iniciales para instalación
- Costo de los servicios iniciales para configuración

En el caso de los costos de instalación y configuración para el caso de las soluciones se estimó un 20% del costo de hardware y software dividido como un 8% para instalación y un 12% para configuración

Tabla 38 Costos Iniciales

Costo Inicial	Configuración Común	Solución 1 Propietaria Cisco	Solución 2 Asterisk Linux ⁸	Solución 3 IP Centrex
Hardware	\$ 81,020.00	\$ 14,322.00	\$ 22,477.00	\$ 6,422.00
Software	-	\$ 20,329.00	-	\$ 1,140.00
Instalación	\$ 6,481.60	\$ 2,780.08	\$ 1,798.16	\$ 604.96
Configuración	\$ 9,722.40	\$ 4,170.12	\$ 2,697.64	\$ 907.44
Total	\$ 97,224.00	\$ 41,701.20	\$ 26,972.40	\$ 9,074.40

4.4.3 Costo de Utilización de las Soluciones

Una vez que la solución está operativa, existen costos asociados a su funcionamiento los mismos que se dan durante su utilización mientras dura el tiempo de vida de la solución propuesta.

- *Costo de administración.*- El costo de administración está definido por el costo anual que tiene el personal (interno y/o externo) para poder mantener el buen funcionamiento diario de la solución; desde la administración de líneas y servicios, hasta las operaciones diarias de mantenimiento de la plataforma de gestión.

Las actividades de administración las realiza un ingeniero calificado y dedica un porcentaje de tiempo para realizar esta actividad.

Tabla 39 Porcentaje de tiempo dedicado a la administración

Solución	% Tiempo
Configuración común	20 %
Solución 1, Plataforma Cisco	40 %
Solución 2, Asterisk Linux	50 %
Solución 3, IP Centrex	30 %

Fuente: Dirección de Informática

- *Costo de operación.*- Los costos de operación están contruidos por aquellos factores de mantenimiento preventivo y correctivo, tanto de hardware como de software, como es el caso de limpieza del hardware, cambio de partes, actualización de software. Todos los gastos incurridos por pérdida de operación o soporte reactivo de la

⁸ No se incluye costos de desarrollo de software personalizado ni módulos para interacción con otros sistemas

solución caerían aquí, por ejemplo caídas por fallo de enlaces, fallos en los Call Managers y demás problemas.

Tabla 40 Número de incidentes de operación

Equipo	Cantidad de Incidentes
Voice Gateways	1 trimestral
Teléfono IP	2 mensuales
Softphones y diademas	2 mensuales
VoIP GSM Gateway	1 trimestral
Cisco Call Manager	1 trimestral por equipo
Servidores Asterisk	1 mensual por equipo

Para determinar el número de incidentes de operación se tomó los supuestos de la Tabla 40 Número de incidentes de operación, además se agregó el 10% de probabilidad de caídas.

El tiempo que toma en una operación de mantenimiento o en la solución de una caída para cada solución aproximadamente es como sigue:

Tabla 41 Tiempo aproximado para resolver falla

Solución	Tiempo (horas)
Configuración común	2
Solución 1, Plataforma Cisco	2
Solución 2, Asterisk Linux	3
Solución 3, IP Centrex	2

- *Costo de Soporte a usuarios.*- Se compone de todos los costos generados de cualquier tipo de soporte dado a los usuarios finales de la solución.

Para determinar el número de incidentes de soporte a usuarios se tomó la siguiente información con fuente del número de incidentes reportados de nivel 1 y 2 en Soporte Informático. El tiempo estimado para resolver un incidente de soporte es de 5 minutos, lo que representa aproximadamente 0.08 horas.

Tabla 42 Número de incidentes de soporte

Solución	Cantidad de Incidentes (anual)
Configuración común	1,404
Solución 1, Plataforma Cisco	240
Solución 2, Asterisk Linux	320
Solución 3, IP Centrex	180

Fuente: Dirección de Informática

Como resultado se obtienen los siguientes costos de utilización durante el tiempo de vida de la solución previsto en 5 años, sin considerar crecimiento.

Tabla 43 Costos de Utilización

Costo de Utilización	Configuración Común	Solución 1 Propietaria Cisco	Solución 2 Asterisk Linux	Solución 3 IP Centrex
Administración	\$ 12,480.00	\$ 24,960.00	\$ 31,200.00	\$ 18,720.00
Operación	\$ 3,309.09	\$ 1,772.73	\$ 8,154.55	\$ 1,536.36
Soporte	\$ 11,232.00	\$ 640.00	\$ 580.00	\$ 360.00
Total	\$ 27,021.09	\$ 27,372.73	\$ 39,934.55	\$ 20,616.36

Unificando los costos totales de la solución se desprende:

Tabla 44 Costos de soluciones

Resumen	Configuración Común	Solución 1 Propietaria Cisco	Solución 2 Asterisk Linux	Solución 3 IP Centrex
<i>Costos Iniciales</i>				
Hardware	\$ 81,020.00	\$ 14,422.00	\$ 22,477.00	\$ 6,422.00
Software	-	\$ 20,329.00	-	\$ 1,140.00
Instalación	\$ 6,481.60	\$ 2,780.08	\$ 1,798.16	\$ 604.96
Configuración	\$ 9,722.40	\$ 4,170.12	\$ 2,697.24	\$ 907.44
Total Costo Inicial	\$ 97,224.00	\$ 41,701.20	\$ 26,972.40	\$ 9,074.40
<i>Costos de Utilización</i>				
Administración	\$ 12,480.00	\$ 24,960.00	\$ 31,200.00	\$ 18,720.00
Operación	\$ 3,309.09	\$ 1,772.73	\$ 8,154.55	\$ 1,536.36
Soporte	\$ 11,232.00	\$ 640.00	\$ 580.00	\$ 360.00
Total Costo Utilización	\$ 27,021.09	\$ 27,372.73	\$ 39,934.55	\$ 20,616.36
Costo Total	\$ 124,245.09	\$ 69,073.93	\$ 66,906.95	\$ 29,690.76

Integrando los costos de la configuración común para cada solución, los resultados de costos asociados son los siguientes:

Tabla 45 Costos totales de las soluciones

Resumen	Solución 1 Propietaria Cisco	Solución 2 Asterisk Linux	Solución 3 IP Centrex
<i>Costos Iniciales</i>			
Hardware	95,442.00	103,497.00	87,442.00
Software	20,329.00	-	1,140.00
Instalación	9,261.68	8,279.76	7,086.56
Configuración	13,892.52	12,419.64	10,629.84
Total Costo Inicial	138,925.20	124,196.40	106,298.40
<i>Costos de Utilización</i>			
Administración	37,440.00	43,680.00	31,200.00
Operación	5,081.82	11,463.64	4,845.45
Soporte	11,872.00	11,812.00	11,592.00
Total Costo Utilización	54,393.82	66,955.64	47,637.45
Costo Total	193,319.02	191,152.04	153,935.85

4.4.4 Impacto de Costos

La implementación de la solución planteada involucra un costo inicial y un costo durante la vida útil del proyecto lo que podemos ver resumido en la tabla a continuación y su impacto. Para el detalle de costos véase Anexo D Análisis Económico de Soluciones.

Tabla 46 Impacto de Costos. Solución 1, Propietaria Cisco

Resumen de Costos	Valor	%
Costo Total	\$ 510,314.26	100%
Costo Inicial	\$ 138,925.20	27.22%
Costo de Vida Útil	\$ 371,389.06	72.78%
Costo Utilización	\$ 54,393.82	14.65%
Costo Recurrente	\$ 218,656.34	20.10%
Costo Indirecto	\$ 98,338.90	42.70%

Tabla 47 Impacto de Costos. Solución 2, Asterix-Linux

Resumen de Costos	Valor	%
Costo Total	\$ 498,730.83	100%
Costo Inicial	\$ 124,196.40	24.90%
Costo de Vida Útil	\$ 374,534.43	75.10%
Costo Utilización	\$ 66,955.64	17.88%
Costo Recurrente	\$ 218,656.34	20.10%
Costo Indirecto	\$ 88,922.45	42.70%

Tabla 48 Impacto de Costos. Solución 3, IP Centrex

Resumen de Costos	Valor	%
Costo Total	\$ 448,779.89	100%
Costo Inicial	\$ 106,298.40	23.69%
Costo de Vida Útil	\$ 342,481.49	76.31%
Costo Utilización	\$ 47,637.45	13.91%
Costo Recurrente	\$ 218,656.34	20.10%
Costo Indirecto	\$ 76,187.70	42.70%

4.5 Análisis de Beneficios y Aspectos Cualitativos

La implementación de la solución tecnológica además de los beneficios en incremento de ingresos al colocar las líneas que utiliza ETAPA a la venta, productividad, reducción de costos; puede impactar en la empresa en

aspectos cualitativos muchos de ellos intrínsecos al comportamiento humano lo que conlleva riesgos y oportunidades para el proyecto los mismos que son muy difíciles de valorar. En el caso de los beneficios valorados fueron tomados los montos del mes de noviembre 2007 véanse Tabla 22 Costos de Telefonía por Tipo de Llamada de las Líneas bajo estudio. Algunos de estos aspectos se detallan a continuación:

- *Venta de líneas telefónicas.* En la actualidad las líneas telefónicas utilizadas por ETAPA para su uso en oficinas son improductivas desde el punto de vista que generan un consumo interno y podrían ser utilizadas como líneas en la ciudad para consumo del público. Para los beneficios se estimó que el costo de línea puesto a la venta es de \$125 y con un consumo promedio mensual de \$12 cada una⁹.
- *Reducción de Costos por llamadas.* La implementación de la red convergente, evitará que se utilice la infraestructura de la PSTN para enrutar tráfico local y todo se enrutará a través de los enlaces internos con la consiguiente optimización de la plataforma NGN.
- *Reducción de Costos de transporte.* El evitar el desplazamiento de personal para las reuniones que pueden realizarse de manera remota, representan ahorro en combustibles y tiempo (véase Productividad y reuniones virtuales). Para estimar el ahorro en transporte se tomó los siguientes estimados:
 - Reuniones semanales promedio: 2
 - Usuarios desplazados por reuniones: 85
 - Usuarios por vehículo: 3
 - Costo de gasolina: \$ 2.19 / gal
 - Distancia promedio de desplazamiento: 5 km
 - Rendimiento por km: 35 km/gal
- *Mejora en la oportunidad de información.* La solución brinda la posibilidad de contar con la información correcta, real y actualizada

⁹ Estimado por la Dirección de Planificación

sobre las líneas telefónicas, extensiones, servicios, etc; en el momento en que se la necesita; y entregada a las personas correctas.

- o Los estimados para este beneficio son:
 - o Usuarios: 475
 - o Búsquedas semanales: 3
 - o Tiempo promedio hasta encontrar información: 2 minutos
 - o Costo de soporte o improductivo: \$ 20
 - o Porcentaje del tiempo desperdiciado que se transforma en productivo: 70%

- *Reuniones virtuales y productividad.* La facilidad de generación de reuniones virtuales reduce costos en transporte, desplazamiento de personal y pérdida de productividad por el tiempo de atrasos. Los supuestos para la estimación de productividad son:
 - o Usuarios desplazados por reuniones: 85
 - o Reuniones semanales promedio: 2
 - o Horas ahorradas por semana por movilidad: 0.5
 - o Salario promedio mensual: \$1040
 - o Porcentaje de tiempo ahorrado convertido en productivo: 75%

- *Mejora en el control de los consumos.* Se crean nuevos esquemas de comunicación y control con los usuarios, lo que permite tener reportes en línea en forma Web mejorando la utilización de los recursos y la toma de decisiones.

- *Mejoras en la movilidad.* El redireccionamiento de llamadas sin importar la localización del usuario mejora la productividad y la movilidad. Si bien no se considera en el análisis de este proyecto, la utilización de dispositivos móviles sobre redes WLAN incrementa la movilidad y accesibilidad a los servicios sobre una red convergente incluso reduciendo el consumo de telefonía celular.

- *Mejoras en la seguridad.* Al ser cada individuo responsable de su línea de voz y su utilización a través de pines de seguridad, garantizan que únicamente la persona que tiene acceso al servicio sea la que lo utilice.
- *Cambio en la cultura organizacional.* La integración en la empresa al adoptar una solución de redes convergentes implica un cambio en la cultura organizacional y forma de trabajar por lo que es necesario tomar en cuenta algunas actividades que apoyen este cambio como pueden ser charlas informativas y capacitación que lleven a reducir la natural resistencia al cambio y al uso de la tecnología.

4.6 Análisis de Recuperación de Inversión

Para analizar el tiempo de retorno de la inversión del proyecto se utiliza el método TIR (Tasa de Retorno de la Inversión), donde se puede medir la viabilidad de un proyecto y determinar su éxito. Es fundamental que todo lo invertido en tecnología regrese, y de ser posible, acompañado de más, en el tiempo más cercano posible.

El TIR, llamado también ROI (Return On Investment) mide el beneficio que obtenemos por cada unidad monetaria invertida durante un período de tiempo. Formalmente sería el valor actualizado de la corriente de beneficios generada por la inversión a lo largo de su vida útil, dividido por el valor actual de la inversión realizada.

$$ROI = (\text{Beneficios} / \text{Costes}) \times 100$$

Para realizar el cálculo asumimos las siguientes tasas y probabilidades de ocurrencia tanto de lograr los beneficios así como de que se incrementen los costos durante la ejecución del proyecto.

El mínimo TIR requerido que debe cumplir el proyecto es la inflación anual y el rendimiento de capital a la tasa pasiva determinada por el Banco Central. Así también es necesario considerar un ajuste de riesgo de que se

lleguen a conseguir los beneficios propuestos así como el riesgo de incrementar el costo del proyecto durante la marcha

Tabla 49 Tasas y Probabilidades

General	Valor Estimado	Comentario
<i>Tasas</i>		
Tasa de descuento	10.0%	Descuento otorgado por los proveedores a medida que pasa el tiempo
Mínimo TIR requerido	13.5%	Mínimo TIR requerido por el proyecto. Esta información incluye inflación anual 2.7% y la tasa pasiva 10.8% (fuente BCE Nov 2007)
<i>Probabilidades</i>		
Probabilidad de cumplirse los beneficios del proyecto	80.0%	Probabilidad de concretarse los beneficios referentes al proyecto
Probabilidad de costo sobre la ejecución	10.0%	Probabilidad de incrementarse los costos durante la ejecución del proyecto

Otras consideraciones para el cálculo de los costos y beneficios asociados y determinar el TIR

Tabla 50 Otras consideraciones para determinar TIR

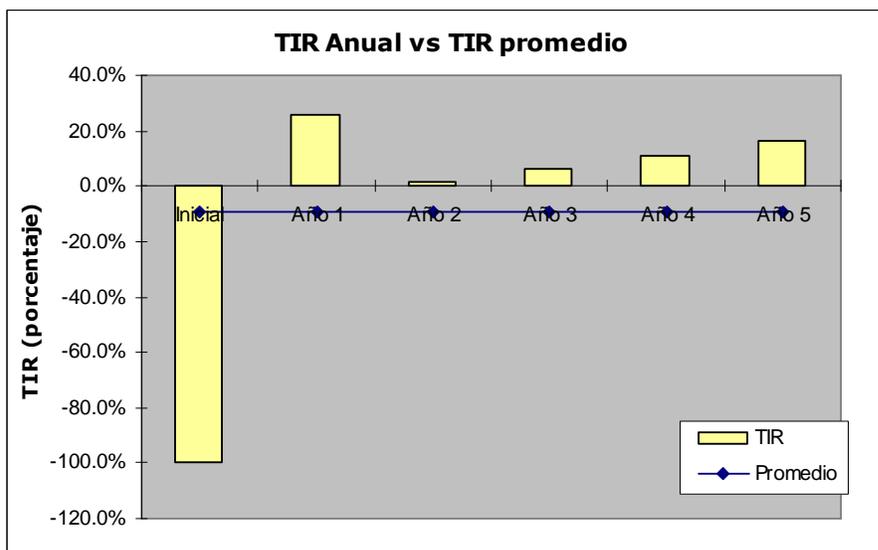
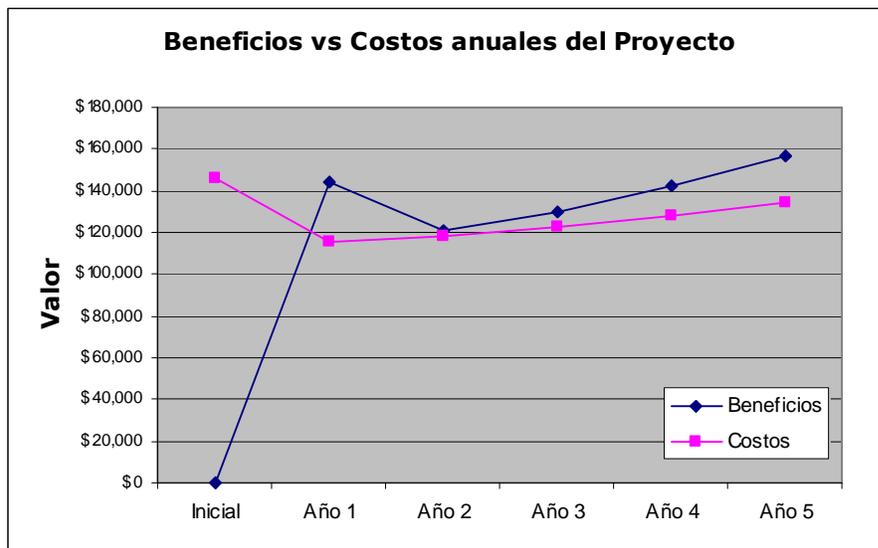
General	Valor Estimado	Comentario
<i>Líneas telefónicas</i>		
Líneas a comercializar	320	Líneas instaladas en ETAPA que pueden ser puestas a la venta
Consumo mensual promedio	\$12.00	Consumo promedio de una línea al público
Incremento de consumo	3%	Incremento del tráfico de las líneas vendidas
<i>Reducción de costos estimado</i>		
Reducción de costos por tráfico local	80%	Tráfico de tipo local que se reduce al enrutarse únicamente en la red convergente
Reducción de costos por tráfico celular	60%	Reducción de costos a la red celular al utilizar pasarelas GSM y sistemas prepago
Reducción de costos por tráfico nacional y regional	70%	Tráfico de tipo nacional que se reduce al enrutarse únicamente en la red convergente

Incremento de tráfico		
Incremento de tráfico local	33%	Incremento anual en la reducción del tráfico hacia destinos locales
Incremento de tráfico celular	9%	Incremento anual en la reducción del tráfico hacia destinos celular
Incremento de tráfico nacional y regional	42%	Incremento anual en la reducción del tráfico hacia destinos nacionales
Enlaces de transmisión de datos		
Número de enlaces	7	Número de enlaces de 512kbps necesarios para la solución
Costo mensual de enlace	49.00	Costo mensual de un enlace de 512kbps de banda ancha
Reducción de costo de enlace	15%	Porcentaje de reducción del costo del enlace de datos de 512kbps de manera anual

Los resultados del análisis TIR para las soluciones propuestas se muestran a continuación. El valor de TIR para incrementos de beneficios y decremento de costos debe ser superior al mínimo TIR requerido de 13.5% para que un proyecto sea rentable.

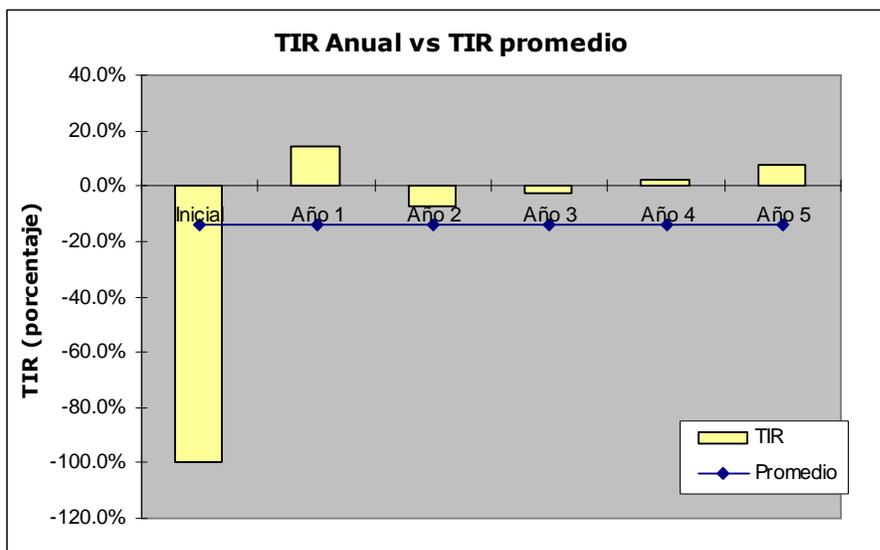
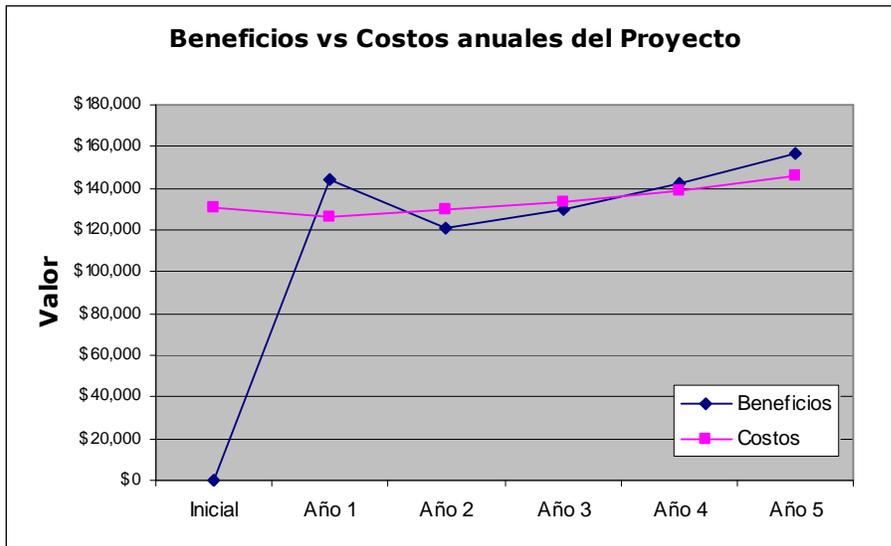
4.6.1 TIR Solución 1. Propietaria Cisco

MODELO TIR	Req.	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TIR por año = N/K		-100.0%	25.5%	1.8%	6.2%	11.1%	16.6%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom(K)		-9.2%					
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)		1195.3%					
Incremento de Beneficios para obtener el TIR:	13.5%	104.1%					
Decremento en Costos para obtener el TIR:	13.5%	96.0%					



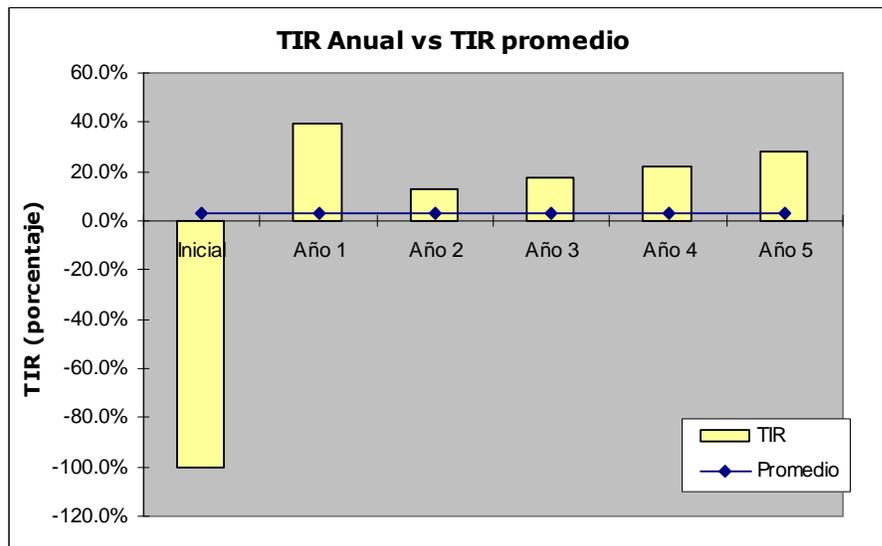
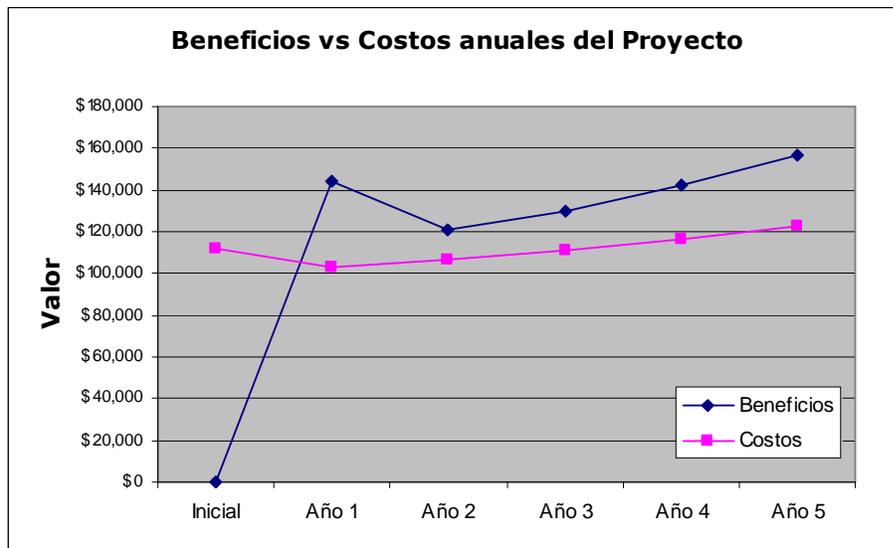
4.6.2 TIR Solución 2. Asterisk Linux

MODELO TIR	Req.	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TIR por año = N/K		-100.0%	14.4%	-7.0%	-2.7%	2.1%	7.6%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom(K)		-13.8%					
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)		906.3%					
Incremento de Beneficios para obtener el TIR:	13.5%	109.7%					
Decremento en Costos para obtener el TIR:	13.5%	91.2%					



4.6.3 TIR Solución 3. IP Centrex

MODELO TIR	Req.	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TIR por año = N/K		-100.0%	39.7%	13.1%	17.5%	22.3%	27.7%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom(K)		3.4%					
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)		1106.6%					
Incremento de Beneficios para obtener el TIR:	13.5%	91.5%					
Decremento en Costos para obtener el TIR:	13.5%	109.3%					



4.7 Plan de despliegue en ETAPA

La implementación hacia todas las localidades deberá seguir un esquema propuesto por fases o etapas para lograr una convergencia de las redes de la manera más óptima y con el menor riesgo de problemas. Se sugiere el siguiente esquema:

Tabla 51 Plan de despliegue

ID	Actividad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
1	Adquisición de equipos	xxxxxxx					
2	Ampliación de ancho de banda	xxxxxxx					
3	Instalación de Call Manager		xxxxxxx				
4	Instalación de Gateways			xxxxxxx			
5	Integración Gateways-CCM			xxxxxxx			
6	Configuración de teléfonos IP				xxxxxxx		
7	Definición de políticas			xxxxxxx			
8	Migración de líneas actuales					xxxxxxx	
9	Instalación de otros servicios						xxxxxxx

Para las actividades desde ID 3 en adelante se tienen dos esquemas uno comenzar por las localidades más pequeñas hacia las grandes o desde las más grandes a las más pequeñas. La estrategia a tomar dependerá de la velocidad de integración frente al riesgo de estabilización que se pueda generar. Si bien dentro del alcance de este proyecto se ha generado un piloto, el proceso de estabilización de cada localidad variará según el número de usuarios y esquemas de gestión de la plataforma.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACION DEL PROYECTO PILOTO

5.1 Introducción

La implementación de una red convergente de voz y datos, permite a ETAPA establecer un sistema de comunicación total de última generación con bajos y efectivos costos de comunicación, con flexibilidad de crecimiento y facilidad de administración.

Es importante para un proyecto de estas dimensiones tener una adecuada y precisa base documentada, que permita a los administradores del sistema tener una visión correcta de la solución y así poder tener un mejor criterio ante la resolución de problemas.

5.2 Implementación en la Gerencia de Telecomunicaciones

La solución de Telefonía IP implementada en la Gerencia de Telecomunicaciones de ETAPA como plan piloto, se basó en arquitectura CISCO que había sido adquirida un año atrás y que no había entrado a funcionar por completo debido a que el centro de operación de red (NOC) y su mobiliario no estaba listo, situación que tomo mas o menos un año, adicionalmente equipamiento complementario no fue autorizado para su integración (servicios como voice mail, mensajería unificada, etc.).

La instalación de un gateway (CISCO 2801) permite establecer la comunicación con la PSTN. Aunque con la nueva tecnología NGN de ETAPA también se implemento la conexión con troncales SIP directamente desde el procesador de llamadas.

La implementación de Telefonía IP cubrió la instalación y configuración del servidor con la aplicación de procesador de llamadas (CISCO

CallManager), así como la instalación y configuración de los teléfonos IP de usuarios.

Adicional al equipamiento CISCO se integro la solución de voice mail sobre el software de libre distribución ASTERISK.

Los puntos planteados encajan en el diseño de la Solución 1. Plataforma Cisco.

5.3 Implementación

La implementación realizada cubre los objetivos y requerimientos tanto funcionales como no funcionales planteados en el diseño: un sistema de telefonía IP confiable, escalable y eficiente.

La implementación se dividió en las siguientes fases con el fin de tener un esquema controlado:

- Implementación de Router.
- Implementación de Telefonía IP.
- Integración de Asterisk y Cisco Call Manager.

5.3.1 Implementación de Router

En un sistema convergente de voz y datos, el router no solo permite la conectividad de los puntos remotos hacia el sistema gestionando los paquetes en la capa 3 del modelo OSI, sino que también brinda la interconexión con la PSTN permitiendo comunicar la telefonía IP con la telefonía convencional y celular externa, adicionalmente, también se implemento una enlace mediante troncal SIP con la NGN de ETAPA.

El router también brinda la contingencia necesaria ante una posible caída del servidor de procesamiento de llamadas o de la caída de uno de los enlaces hacia la matriz asumiendo el rol de procesador de llamadas básico y permitiendo que los usuarios sigan comunicándose hacia la PSTN.

5.3.2 Implementación de Telefonía IP

Para la parte de telefonía IP se instaló un servidor de procesamiento de llamadas, con la aplicación CISCO CallManager 5.2. Este equipo gestiona, mantiene, y termina las comunicaciones de voz en función de las configuraciones realizadas en él. Adicionalmente guarda en una base de datos centralizada los registros necesarios del detalle de las llamadas realizadas, con el fin de tener un mecanismo de control y administración.

5.3.3 Integración de Asterisk y Cisco Call Manager

La integración del Asterisk con Cisco proporciona las facilidades de voice mail, cuartos de reuniones virtuales, IVR, auto attendant y mas aplicaciones que también pueden ser provistas por la plataforma CISCO Unity con los costos asociados (véase Anexo C Diseño de Soluciones), por este motivo se implementó algunas características y se procedió a la integración entre las dos plataformas para cubrir los objetivos del proyecto piloto.

El servidor Asterisk y Cisco CallManager se integran a través de una troncal SIP; en el Servidor Asterisk reposan las cuentas de voice mail, una por cada extensión creada en el Cisco CallManager y que además de permitir la recuperación de los mensajes del casillero, también proporciona la facilidad de envío del mensaje de voz a cuentas de correo electrónico.

5.4 Configuraciones

A continuación se detallan las configuraciones físicas y lógicas de cada uno de los equipos y aplicaciones que forman parte de la solución implementada.

5.4.1 Configuración Router 2801

Tabla 52 Configuración del router Cisco 2801 (Gateway)

```

cuetapa#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 3868 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec

```

```

service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname cuetapa
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
aaa authentication login userauthen local
aaa authorization exec default local
aaa authorization network groupauthor local
!
aaa session-id common
network-clock-participate wic 1
!
ip cef
!
multilink bundle-name authenticated
!-----
! Voice Gateway h323
!-----
voice service voip
h323
!
voice-card 0
dspfarm
dsp services dspfarm
!
username admin privilege 15 secret 5 $1$KNeT$8rWpTdX0tDb2pEBOUyq.p.
archive
log config
hidekeys
!
!-----
!Tarjeta de E1 en el router que esta conectada a la central telefónica
!-----
controller E1 0/1/0
framing NO-CRC4
ds0-group 0 timeslots 1-15,17-31 type r2-digital r2-compelled ani
cas-custom 0
country ecuador-itu use-defaults
!
controller E1 0/1/1
shutdown
!-----
! Interfaz conectada a la red de servidores (Ubicacion del CallManager)
!-----
interface FastEthernet0/0
description connect2Ccm
ip address 10.100.100.3 255.255.255.0
ip nbar protocol-discovery
ip nat inside
ip virtual-reassembly
duplex auto
speed auto
h323-gateway voip interface
h323-gateway voip bind srcaddr 10.100.100.3
!-----
! Interfaz conectada a la red NGN para establecer la troncal SIP
!-----
interface FastEthernet0/1
description connect2Ngn
ip address 10.0.2.35 255.255.255.0          %Direccion IP que ve el Softswitch
ip nbar protocol-discovery
ip nat outside                            %NAT
ip virtual-reassembly
duplex auto
speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.2.1
ip route 10.0.3.0 255.255.255.0 10.0.2.1

```

```

ip route 200.55.224.128 255.255.255.192 10.100.100.1
!
!
ip http server
no ip http secure-server
ip nat inside source list 120 interface FastEthernet0/1 overload%Todo sale con la direccion
10.0.2.35
ip nat inside source static 10.100.100.2 10.0.2.35 %NAT de 10.100.100.2 a 10.0.2.35
(Direccion que conecta a NGN)
!
access-list 20 permit 200.55.224.155
access-list 20 permit 200.55.224.151
access-list 120 permit ip any any
!
control-plane
!
voice-port 0/1/0:0
connection plar 8887
!
!-----
!Conexion MGCP con el CallManager para las funciones de SRST
!-----
!
ccm-manager mgcp
ccm-manager music-on-hold
ccm-manager config server 10.100.100.2 %Dirección ip del CallManager
ccm-manager config
!
mgcp
mgcp call-agent 10.100.100.2 2427 service-type mgcp version 0.1
mgcp dtmf-relay voip codec all mode out-of-band
mgcp rtp unreachable timeout 1000 action notify
mgcp modem passthrough voip mode nse
mgcp package-capability rtp-package
no mgcp package-capability res-package
mgcp package-capability sst-package
no mgcp package-capability fxr-package
mgcp package-capability pre-package
no mgcp timer receive-rtcp
mgcp sdp simple
mgcp fax t38 inhibit
mgcp rtp payload-type g726r16 static
mgcp bind control source-interface FastEthernet0/0
mgcp bind media source-interface FastEthernet0/0
!
mgcp profile default
!
sccp local FastEthernet0/0
sccp ccm 10.100.100.2 identifier 1
sccp
!
sccp ccm group 999
associate ccm 1 priority 1
associate profile 1 register TCETAPA
!
!-----
! Definicion de los codec a usarse para transcoding
!-----
!
dspfarm profile 1 transcode
codec g711ulaw
codec g711alaw
codec ilbc
codec g723r63
codec g723r53
codec gsmamr-nb
codec g729ar8
codec g729abr8
codec g729r8
codec g729br8
maximum sessions 6
associate application SCCP
!
!-----

```

```

! Definicion del plan de marcacion
!-----
!
dial-peer voice 10 pots
description llamadas locales
destination-pattern 9[24].....
port 0/1/0:0
forward-digits 7
!
dial-peer voice 11 pots
description llamadas nacionales
destination-pattern 90[1-6].....
port 0/1/0:0
forward-digits 9
!
dial-peer voice 12 pots
description llamadas celular
destination-pattern 90[89].....
port 0/1/0:0
forward-digits 9
!
dial-peer voice 13 pots
description llamadas por cobrar
destination-pattern 91800.....
port 0/1/0:0
forward-digits 10
!
dial-peer voice 14 pots
description llamadas EEUU
destination-pattern 9001.....
port 0/1/0:0
forward-digits 13
!
dial-peer voice 15 pots
description llamadas internacionales
destination-pattern 9T
port 0/1/0:0
forward-digits 9
!-----
! Plan de marcacion para la troncal SIP
!-----

dial-peer voice 100 voip
destination-pattern [48]...
session target ipv4:10.100.100.2
dtmf-relay h245-alphanumeric
!
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
!
scheduler allocate 20000 1000
!
webvpn cef
!
end

cuetapa#

```

El método de comunicación entre el procesador de llamadas y este gateway es a través del protocolo estándar H323 diseñado para controlar dispositivos de voz. Se utiliza H323 ya que la interfaz de voz es un E1 con señalización R2.

El router ha sido configurado para que se comporte como un procesador de llamadas de respaldo mediante la funcionalidad SRST (Survivable Remote Site Telephony), que puede detectar cuando la comunicación con el servidor de procesador de llamadas principal cae haciendo que automáticamente pase a controlar los teléfonos IP. El límite de teléfonos IP que puede registrar el router es de 30 para este modelo. Cuando la funcionalidad SRST entra en operación todas las llamadas entrantes (externas) serán enrutadas a la extensión 4000 que es la de operadora.

5.4.2 Configuración Servidor Procesador de Llamadas

El servidor de llamadas tiene la funcionalidad de gestionar, mantener, controlar y terminar las llamadas IP-IP o IP-PSTN y viceversa. La agregación de usuarios es a través de licencias, llamadas LIC, cada dispositivo consume un número determinado de LIC, y este es agregado en el Call Manager 5.2 a través de paquetes. A continuación se detallan algunos pasos de instalación y configuración del sistema operativo así como de las aplicaciones de este equipo.

5.4.2.1 Instalación y Configuración de Sistema Operativo

El Sistema Operativo utilizado es Call Manager 5.2 de Red Hat Linux, este viene pre-instalado en el MCS7815 (Servidor IBM), así como también viene el CD de reinstalación del Sistema Operativo y de la aplicación Call Manager 5.x, etiquetado con el nombre "Cisco Unified Call Manager Installation Disk".

Al encender el equipo este software se descomprime, y durante la instalación realizar los siguientes pasos:

- Aceptar que el proceso de instalación elimine cualquier información almacenada en el servidor.
- Ingresar nombre de usuario y nombre de organización (Ver tabla).
- Ingresar nombre de computador y password de administrador (Ver tabla).
- Escoger fecha, hora y zona.

- Ingresar la configuración de red (Ver tabla).
- Unir el servidor a un grupo de trabajo, no al dominio.

Tabla 53 Parámetros del Procesador de Llamadas

Parámetro	Valor
Nombre de usuario	CCMAdministrator
Password	xxxxxxxxxx
Nombre del Equipo	CCMCONMUTACION
Dirección IP	10.100.100.2
Máscara	255.255.255.0
Gateway	10.100.100.3
DNS Primario	
DNS Secundario	
Workgroup	Workgroup

Cabe indicar que existen dos cuentas de usuario, la primera y principal CCMAdministrator cuyo password es xxxxxxxx y es para la administración vía web del Call Manager, esta consola esta disponible desde cualquier PC conectado a la red de ETAPA, para lo cual se ingresa al siguiente link: <https://10.100.100.2/ccmadmin>. La otra cuenta Administrador cuyo password es xxxxxxxx, se la utiliza para ingresar al equipo y su administración desde la consola del Call Manager, y desde aquí se puede hacer shut down o hacer un reset al Server.

5.4.2.2 Configuración de parámetros de aplicación Call Manager

Una vez instalada la aplicación del procesador de llamadas se procede a configurar los parámetros principales que permitan comenzar a manejar la comunicación con los demás dispositivos del sistema de Telefonía IP.

Para ingresar a configurar el equipo, abrir una sesión https a la siguiente dirección: <https://10.100.100.2/ccmadmin>, en este sitio se pedira el username y password (CCMAdministrator, xxxxxxxx) luego de lo cual se ingresa a la sección administración del equipo.

Gráfico 17 Pantalla de inicio de CallManager Administration



Lo primero que se debe hacer es cargar las licencias tanto del Server como de los dispositivos (LICs) para poder activar los servicios del Call Manager. Para realizar esta tarea se ingresa a Server/Licensing/License File Upload, y en esta pantalla se realiza la carga del archivo que se obtuvo del proveedor para las licencias. El Call Manager valida la licencia y queda listo para utilizarse.

Este procedimiento se lo tiene que realizar cada vez que se tenga que activar las LICs.

5.4.2.3 Activación de Servicios del Call Manager

Para activar servicios tomar la opción Cisco Unified CallManager Serviceability que se encuentra en el costado derecho junto a Navigation y pulsar el botón GO, esperar que cargue una nueva pantalla y en el nuevo menú desplegado escoger Tools/Service Activation, seleccionar el servidor (CCMCONMUTACION) y elegir los servicios a activar. A continuación presionar Save para grabar los cambios y esperar por la confirmación.

Luego escoger Navigation: Cisco Unified Call Manager Administración/GO y regresar a la administración del CallManager para continuar con la configuración.

5.4.2.4 Cambio del nombre del host por la dirección IP

Se debe hacer el cambio del nombre del host por la dirección IP: 10.100.100.2 ya que para los teléfonos IP es más fácil resolver por IP. Para realizar esta tarea ingresar a System/Server Information y hacer el cambio en el campo HostName/IP Address.

5.4.2.5 Configuración de Parámetros de Cisco Call Manager

La configuración de Cisco Call Manager especifica los puertos y otras propiedades de cada Call Manager que forme parte de un Cluster. Escoger System/Cisco Unified CallManager

Gráfico 18 Parámetros del CallManager

The screenshot displays the Cisco Unified CallManager Configuration web interface. The browser window title is "Cisco Unified CallManager Configuration - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL: <https://10.100.100.2:8443/ccmadmin/ccmEdit.do?key=113623ea-9c2d-4af4-841a-fde311ee1d67>. The page content is organized into several sections:

- Status:** Status: Ready
- Cisco Unified CallManager Information:** Cisco Unified CallManager: CM_CCMCONMUTACION (used by 73 devices)
- Server Information:**
 - CTI ID: 1
 - Cisco Unified CallManager Server*: 10.100.100.2
 - Cisco Unified CallManager Name*: CM_CCMCONMUTACION
 - Description: CCMCONMUTACION
- Auto-registration Information:**
 - Starting Directory Number*: 4000
 - Ending Directory Number*: 4999
 - Partition: <None >
 - External Phone Number Mask:
 - Auto-registration Disabled on this Cisco Unified CallManager
- Cisco Unified CallManager TCP Port Settings for this Server:**
 - Ethernet Phone Port*: 2000
 - MGCP Listen Port*: 2427
 - MGCP Keep-alive Port*: 2428
 - SIP Phone Port*: 5060
 - SIP Phone Secure Port*: 5061

At the bottom of the configuration area, there are "Save" and "Reset" buttons. A legend at the bottom left indicates that "*" indicates a required item. The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 14:08 and the IP address 10.100.100.2:8443.

La tabla siguiente describe los parámetros importantes a configurar. Todos los demás parámetros dejarlos por defecto. Luego de ingresar los parámetros presionar Insert.

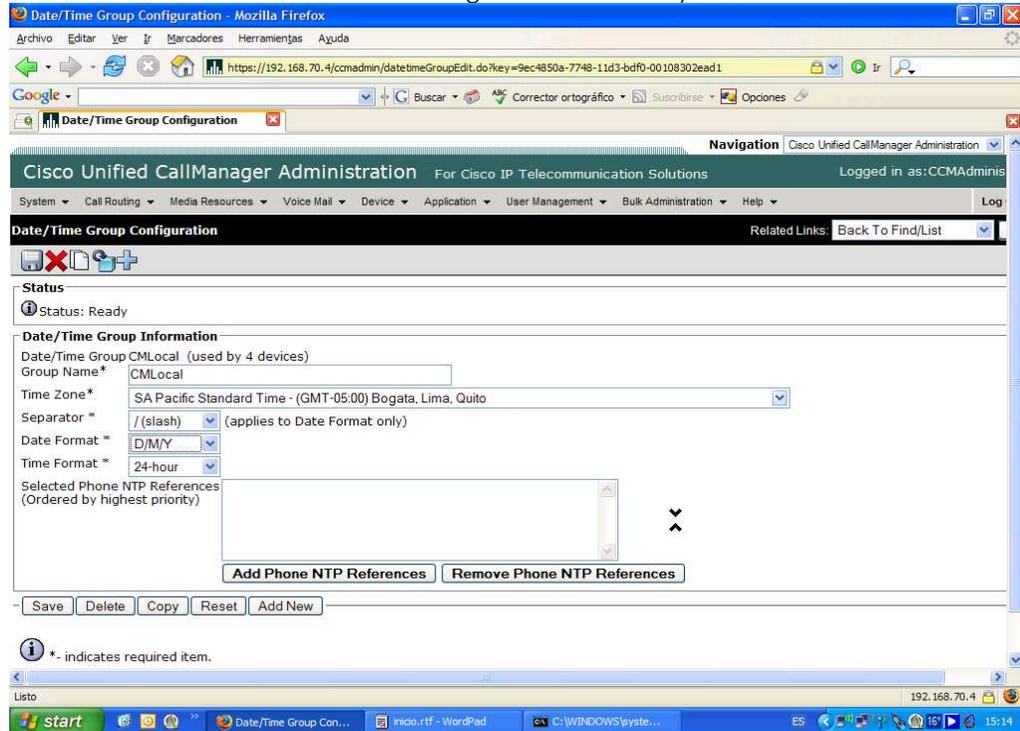
Tabla 54 Parámetros del Sistema

Parámetro	Valor	Descripción
Cisco Call Manager Name	10.100.100.2	Nombre o dirección IP del servidor que aloja la aplicación Call Manager.
Description	CCMCONMUTACION	Descripción que permita identificar correctamente el servidor.
Starting Directory Number	4000	Dependiendo del plan de numeración de las extensiones a asignarse. Este parámetro da una extensión automática a un nuevo teléfono que se conecte.
Ending Directory Number	4999	
Auto Registration Disabled on this Cisco Call Manager	Si/No	Habilitar esta opción cuando está registrando una cantidad grande de teléfonos IP. Cuando no haya registros de teléfonos mantenerla deshabilitada.

5.4.2.6 Configuración de la fecha y ubicación Geográfica del Server

Seleccionar System/Date/Time and Zone, presionar CMlocal, cambiar en Time Zone a Bogotá, Lima, Quito y en formato de la fecha a D/M/Y.

Gráfico 19 Configuración de fecha y hora

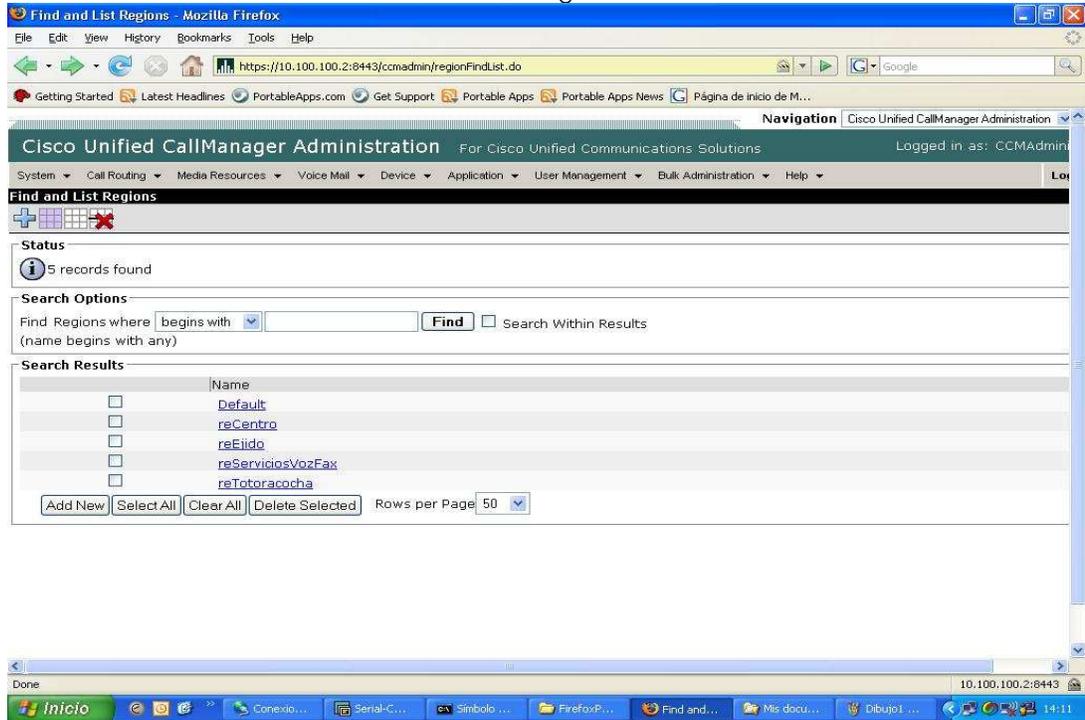


5.4.2.7 Configuración de las Regiones

Se necesitan crear las regiones, para saber que codec se va utilizar para los teléfonos situados en una misma región y en otras regiones; las regiones a crear son Centro, Totoracocha y Ejido. Para la misma región se va a utilizar el codec G711 y para interactuar una región con otra, los teléfonos necesitan usar el codec G729. Se dará el ejemplo para una región, tomando en cuenta que la configuración para las otras dos regiones es igual:

En el menú principal escoger System/Regions

Gráfico 20 Regiones



Para modificar los codec, se escoge la región, en Audio Codec se escoge G711 y en Modif. Relationship to other Regions se cambia a G729, así se lo realiza para cada región hasta obtener el siguiente resultado:

Gráfico 21 Codex utilizados regiones

The screenshot shows the Cisco Unified CallManager Administration interface. The main content area is titled "Region Configuration" and includes the following sections:

- Region Information:** A form with a "Name*" field containing "reCentro".
- Region Relationships:** A table listing regions and their configurations.

Region	Audio Codec	Video Call Bandwidth
reCentro	G.711	384
reEjido	G.729	384
reServiciosVozFax	G.711	Use System Default
reTotoracochoa	G.729	384
NOTE: Region(s) not displayed	Use System Default	Use System Default
- Modify Relationship to other Regions:** A section with a "Regions" list box containing "Default", "reCentro", "reEjido", "reServiciosVozFax", and "reTotoracochoa". A dropdown menu is set to "Keep Current Setting". Radio buttons are selected for "Keep Current Setting", "Use System Default", and "None". A text input field is labeled "kbps".

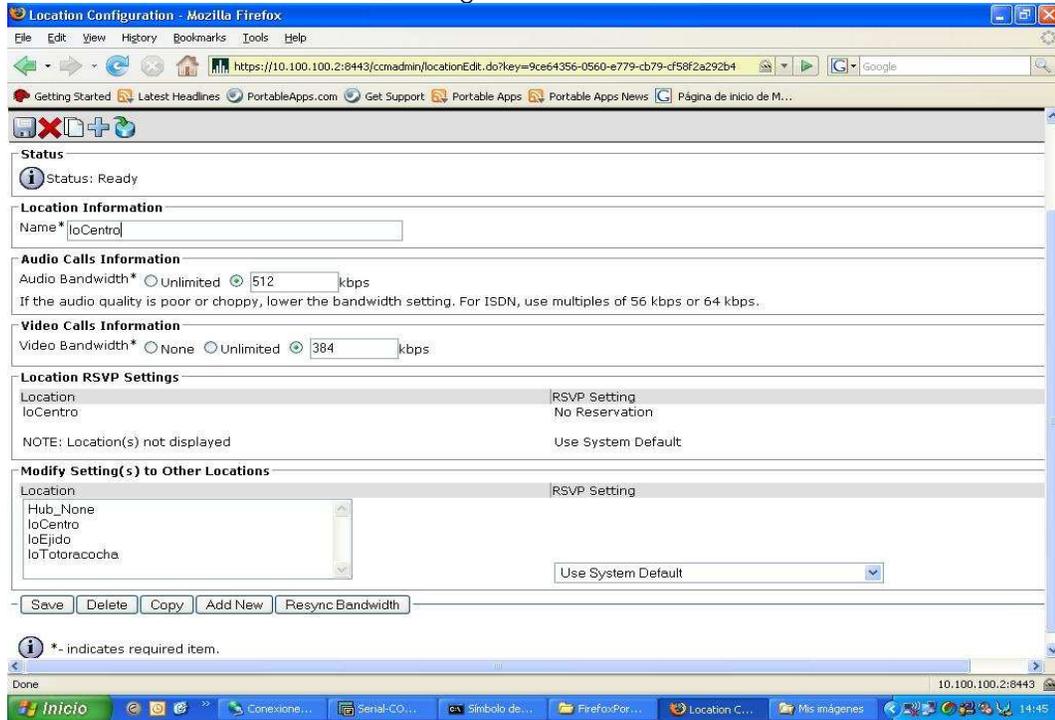
At the bottom of the page, there are buttons for "Save", "Delete", "Reset", and "Add New".

5.4.2.8 Configuración de Localidades

Las localidades sirven para poder determinar cuantas llamadas simultáneas puede el cliente usar de acuerdo al ancho de banda disponible para la voz. De la misma manera se crearon localidades: Centro, Totoracochoa, Ejido. Para hacer esto, escoger System/Location y agregar las localidades.

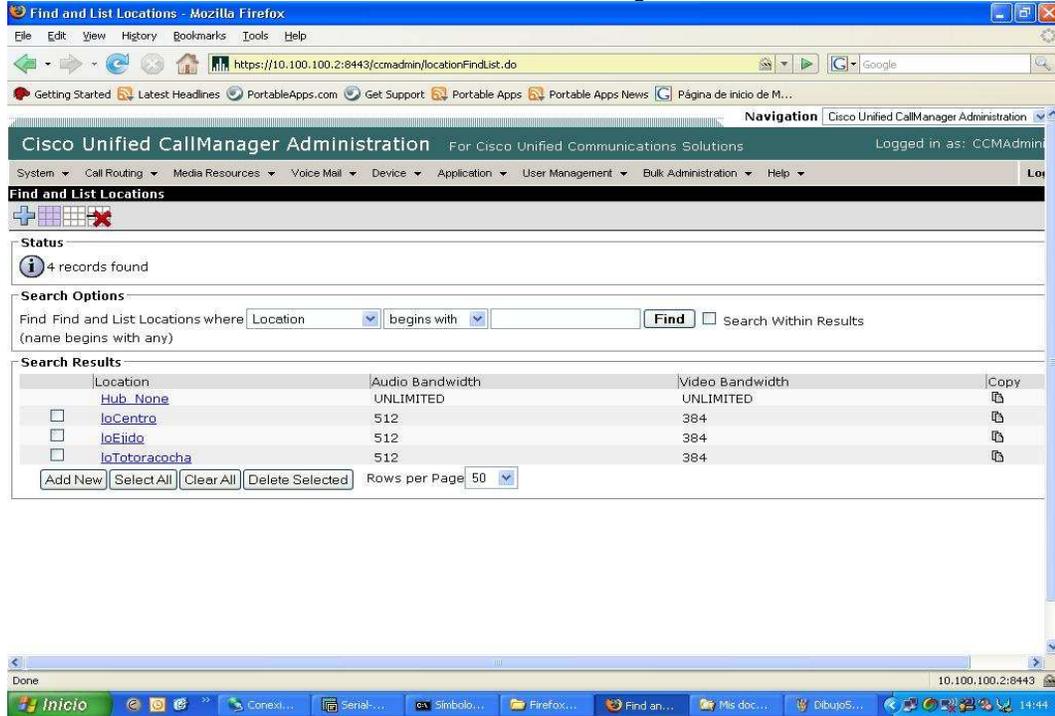
La primera Localización en agregarse fue Centro con ancho de Banda de 512 kbps.

Gráfico 22 Configuración de una Localidad



Quedando así todas las localidades:

Gráfico 23 Localidades configuradas

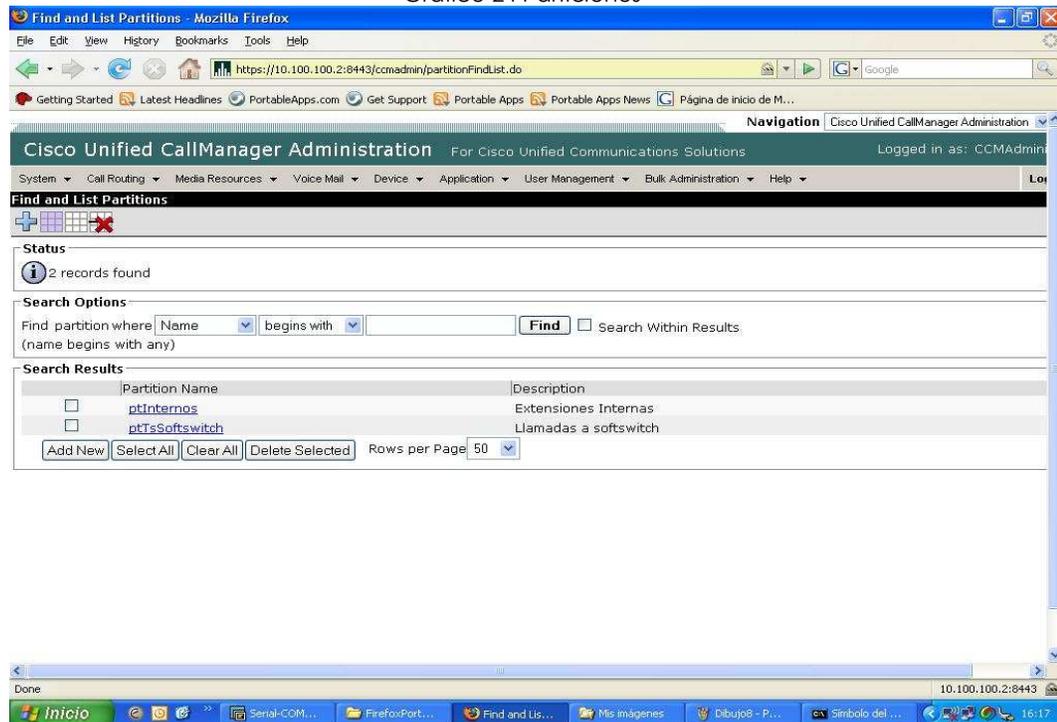


5.4.2.9 Particiones

Las particiones permiten realizar los diferentes tipos de llamadas desde el teléfono IP, es decir si es una llamada interna, Local, Nacional, Celular e Internacional.

Además servirán después para poder establecer las rutas de llamadas o Route Pattern para que el Call Manager pueda establecer el plan de marcación. Las Particiones se crean con un nombre o etiqueta como muestra la siguiente gráfica. Para esto escoger Call Routing/Class of control/Partition.

Gráfico 24 Particiones

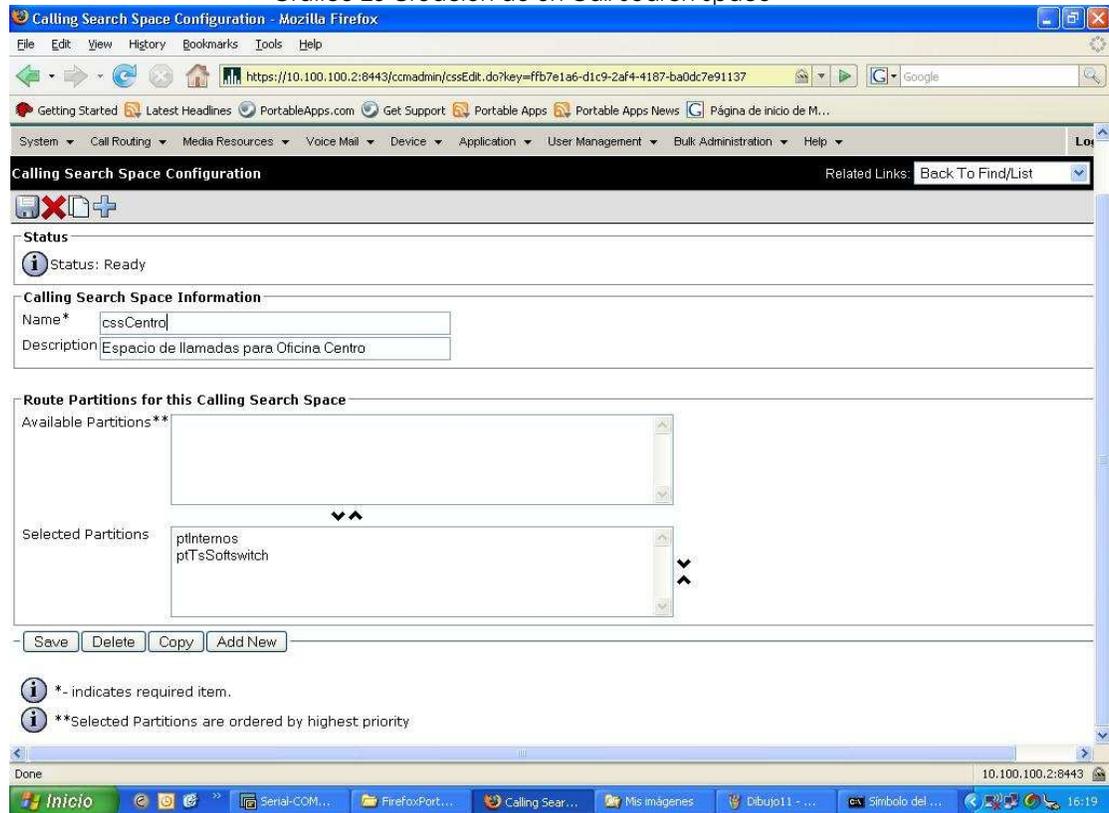


5.4.2.10 Calling Search Spaces

El conjunto de particiones se llama Calling Search Spaces, se ha creado 4 calling search spaces para las 3 regiones. Así: cssCentro, cssEjido, cssTotoracochoa.

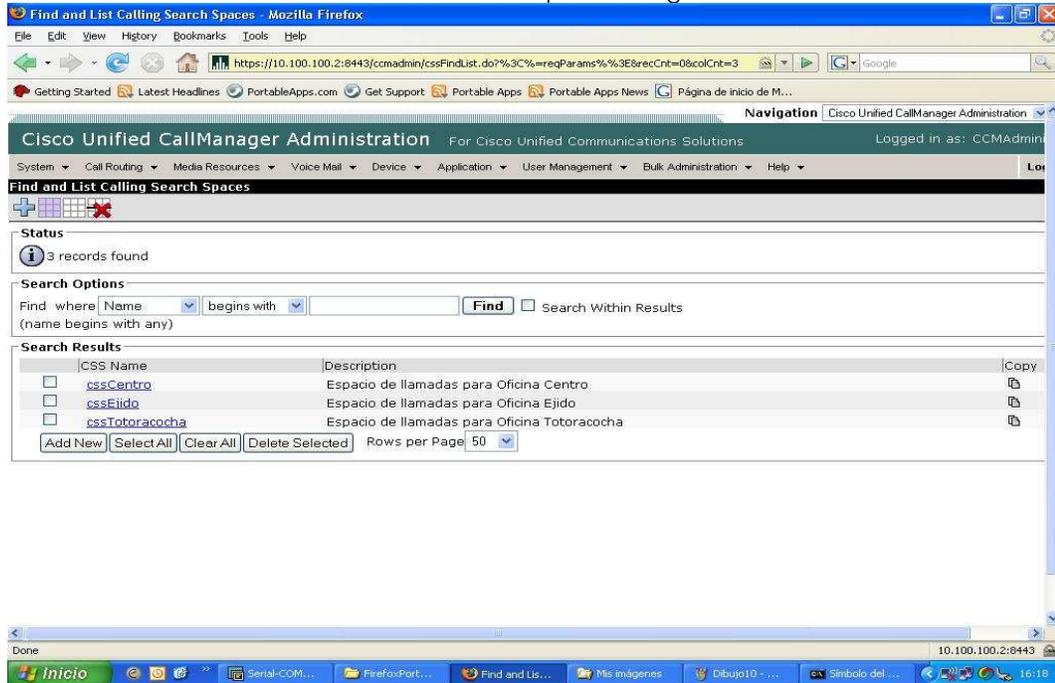
Escoger Call Routing/Class of control/Calling Search Spaces.

Gráfico 25 Creación de un Call Search Space



Seleccionar las particiones que pertenecerán al cscCentro y grabar, realizar los mismos pasos para las otras dos particiones. Todas las particiones creadas son:

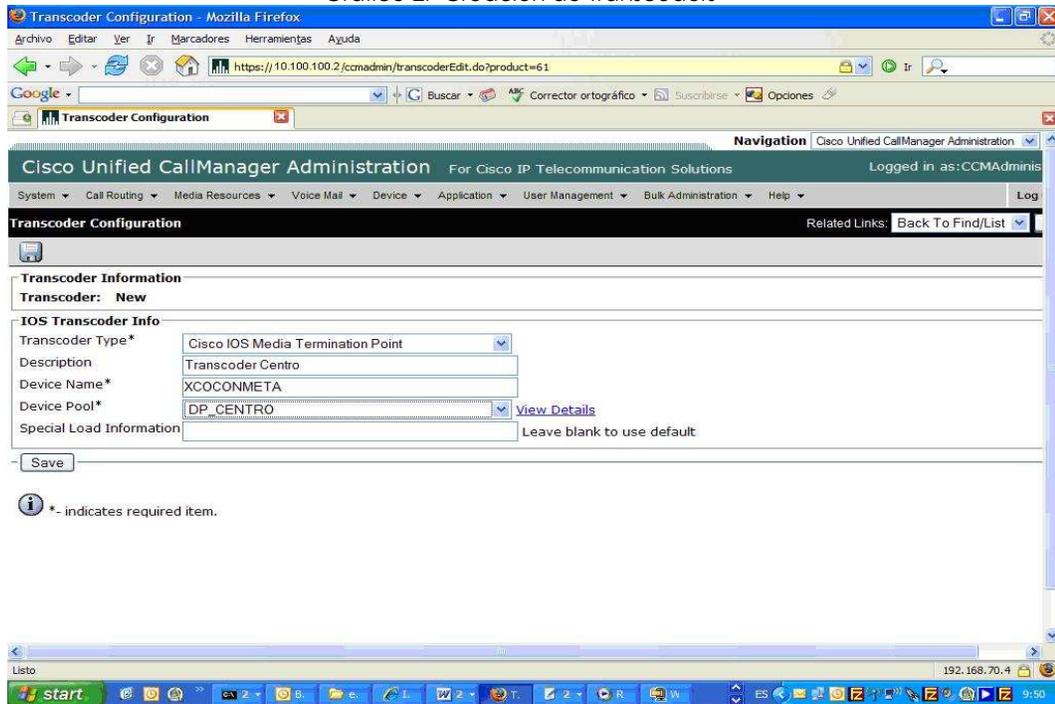
Gráfico 26 Call Search Space configurados



5.4.2.11 Transcoder

Cisco Call Manager usa recursos de transcoding, cuando dos dispositivos están usando diferentes codecs y normalmente no serían capaces de comunicarse. El transcoder en el Call Manager existe por software y por hardware, por hardware ya fue previamente configurado en el Gateway 2801, ahora se debe agregarlo por Software en el Call Manager. Escoger Media Resources/Transcoder. Asignar el nombre de XCOCONMETA y se selecciona el Device Pool

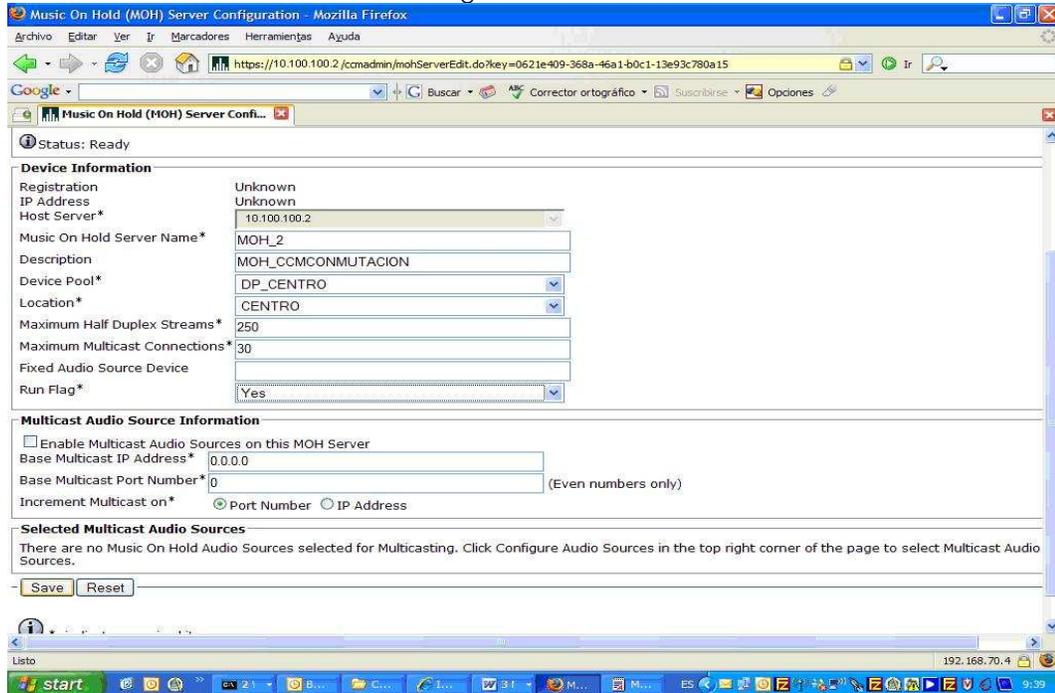
Gráfico 27 Creación de Transcoders



5.4.2.12 Music On Hold

Este servicio permite escuchar una música o canción en un teléfono IP cuando la llamada es transferida, parqueada o simplemente cuando la llamada esta en espera. Media Resources/Music on Hold Audio Source

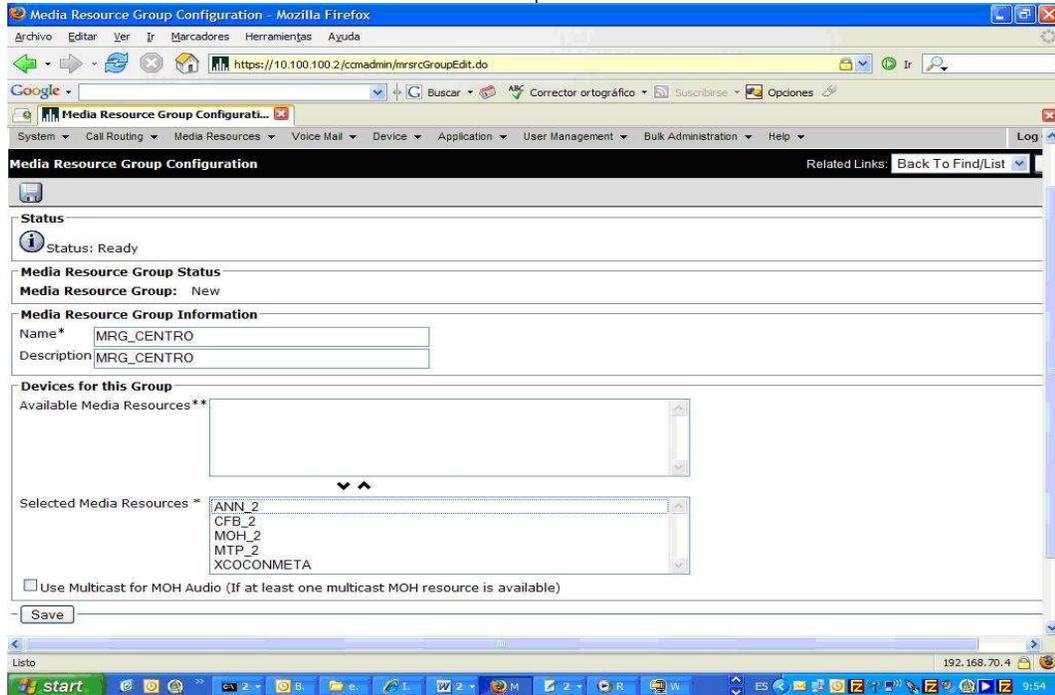
Gráfico 28 Configuración de Music On Hold



5.4.2.13 Media Resource Group

Agrupar los diferentes recursos como el anunciador, music on Hold y transcoder, para que puedan usarse estos recursos en los teléfonos IP. Media Resources/Media Resource Group. Escoger como nombre y descripción MRG_CENTRO y agregar todos los servicios disponibles

Gráfico 29 Creación del Grupo de recursos multimedia

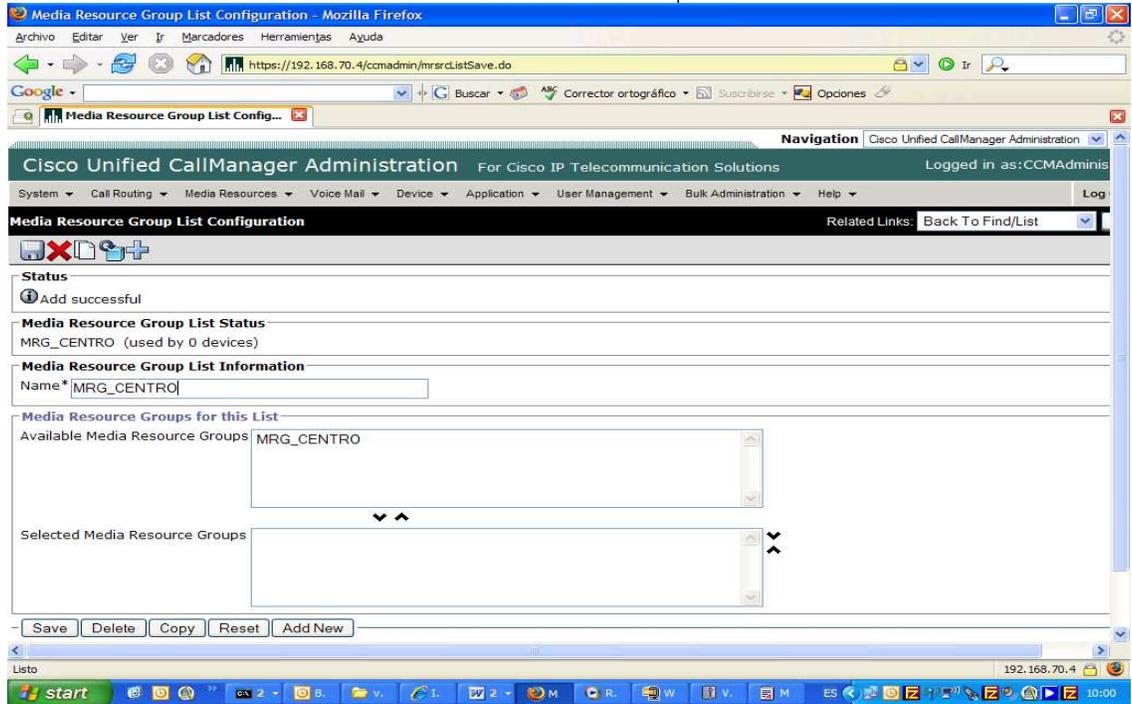


5.4.2.14 Media Resource Group list

Esta es la lista de grupos de recursos que se tiene. Escoger Media Resources/Media Resource Group List/new

Se asigna como nombre MRG_CENTRO, se escoge el grupo y se agrega en el Selected Media Resource Groups y grabar

Gráfico 30 Media Resource Group list



5.4.2.15 SRST

Este servicio permite que en el momento que no haya comunicación con el Call Manager, los teléfonos se registren con el Gateway haciendo que este funcione como una pequeña central, pero con muchas restricciones, pudiendo así recibir y hacer llamadas ya sean internas o externas.

Este servicio fue configurado en el Router 2801 y en el Call Manager se lo activa. Escoger System/SRST

Se agrega el Router 2801 con dirección IP 10.100.100.3 puerto 2000. Grabar los cambios, para que funcione este servicio debe ser habilitado en el Device pool.

5.4.2.16 Device Pool

El device pool es el conjunto en donde se agrupan los dispositivos que se encuentran en una determinada región.

Se configuraron 4 Device Pools: dpCentro, dpEjido, dpTotoracocha, dpServiciosVozFax. Escoger System/Device pools

Agregar dpCentro, cambiar el date/time Group, el softkey template a Estándar user, SRST Reference: 10.100.100.3, Calling Search Space, se escoge el respectivo de acuerdo a la región, el Media Resouce Group List: MRG_Centro, Network Locale: Colombia, user locale: Spain

Gráfico 31 Creación de un device pool

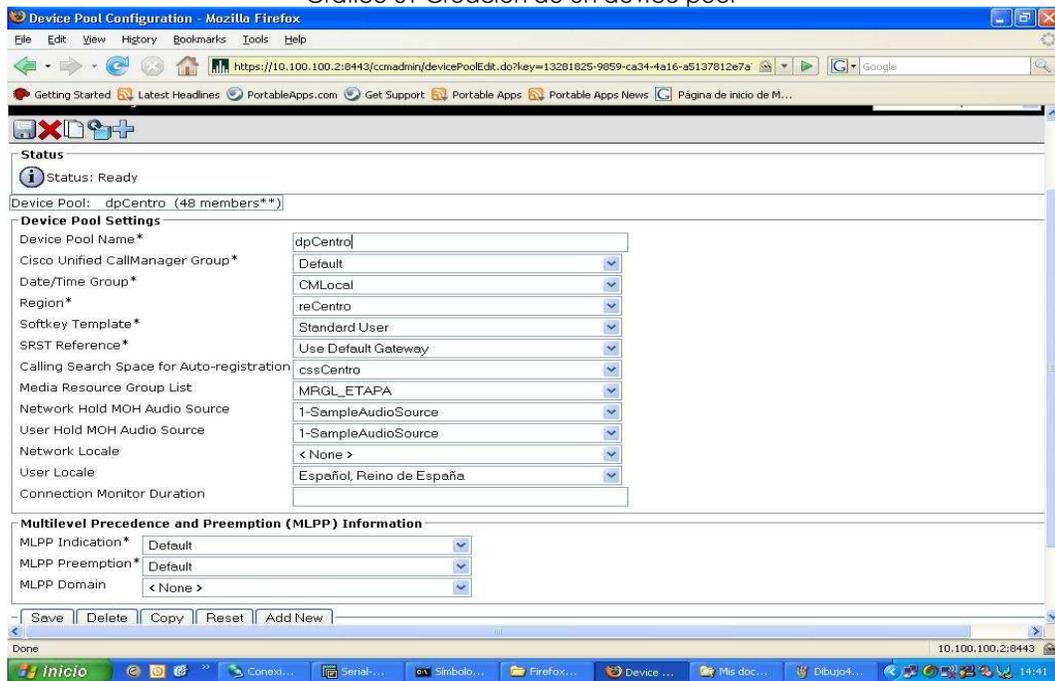


Gráfico 32 Device pools creados

The screenshot displays the Cisco Unified CallManager Administration web interface. The main heading is "Find and List Device Pools". Below this, there is a search section with the following details:

- Status:** 5 records found
- Search Options:** Find device pool where begins with Search Within Results

The search results are displayed in a table with the following columns: Name, Unified CallManager Group, Region, Date/Time Group, and Control icons. The table contains the following data:

Name	Unified CallManager Group	Region	Date/Time Group	Control
<input type="checkbox"/> Default	Default	Default	CMLocal	🗑️
<input type="checkbox"/> dpCentro	Default	reCentro	CMLocal	🗑️
<input type="checkbox"/> dpEiido	Default	reEiido	CMLocal	🗑️
<input type="checkbox"/> dpServiciosVozFax	Default	reServiciosVozFax	CMLocal	🗑️
<input type="checkbox"/> dpTotoracocha	Default	reTotoracocha	CMLocal	🗑️

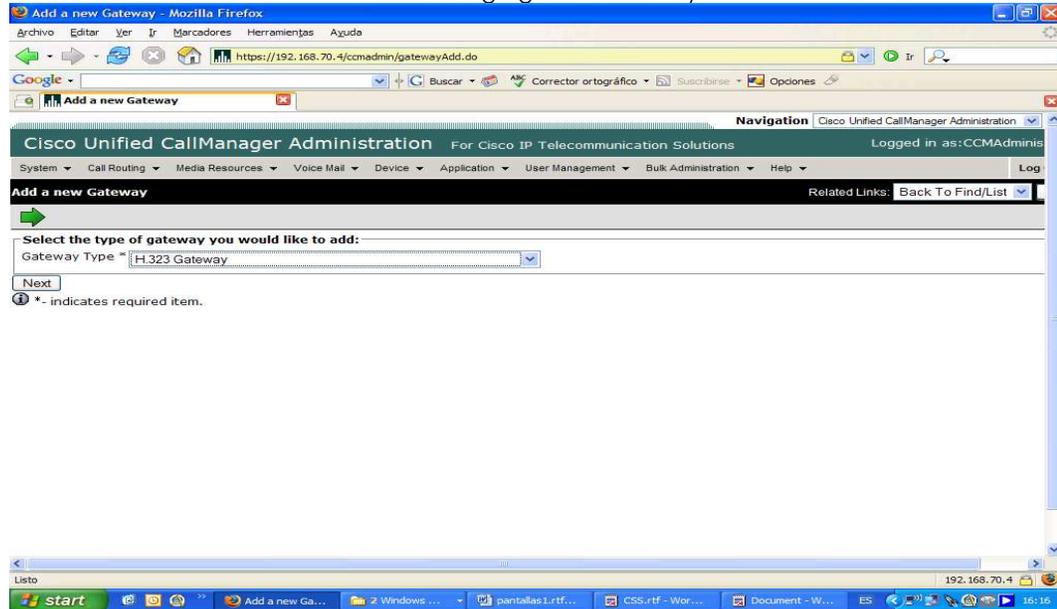
At the bottom of the table, there are buttons for "Add New", "Select All", "Clear All", and "Delete Selected", along with a "Rows per Page" dropdown set to 50.

5.4.2.17 Gateway

En la configuración se crean algunos gateways entre ellos esta el router, pero también existen los voice gateway para concentración de teléfonos analógicos. Escoger Device/Gateway.

Para el router escoger H323 gateway:

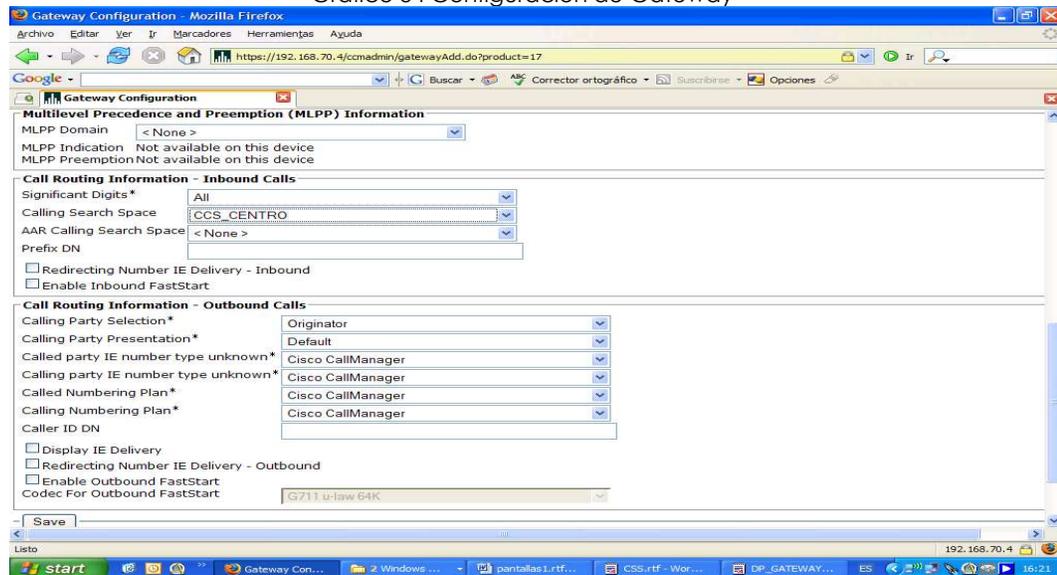
Gráfico 33 Agregar un Gateway



Con next pasamos a configurar el gateway, se asigna como nombre la direccion IP del router 2801, 10.100.100.3, device pool en este caso dpTotoracochoa, Location es loCentro.

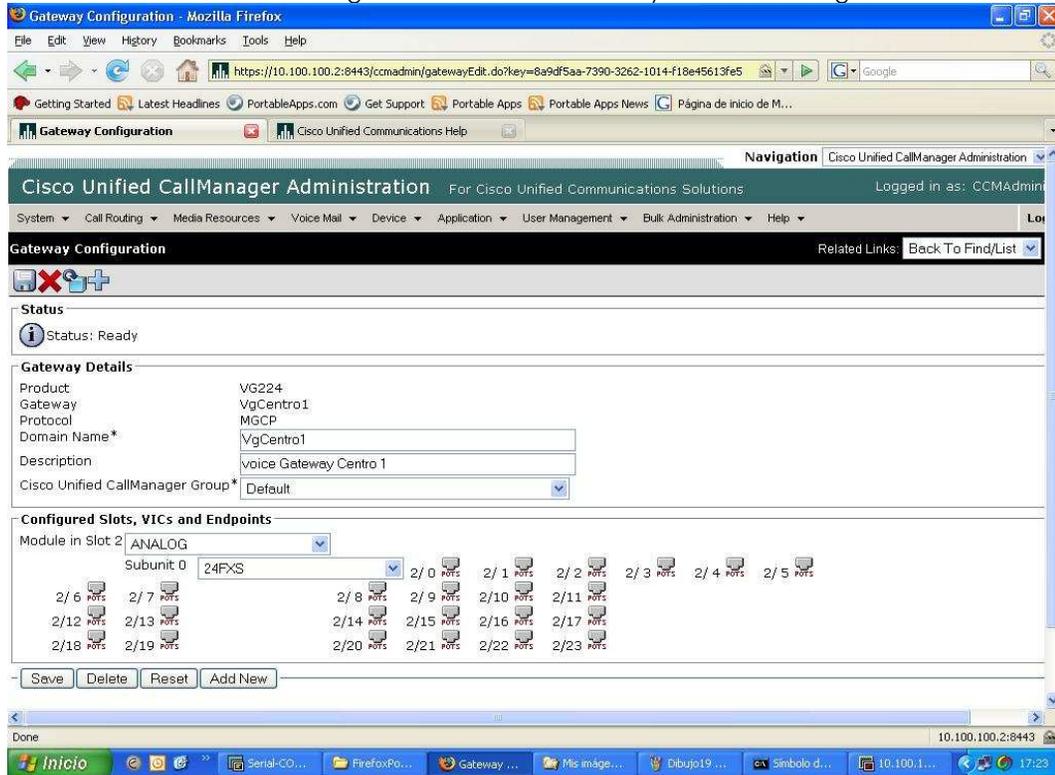
Para que se puedan efectuar las llamadas se debe agregar en Inbound Calls, el Calling Search Spaces cssCentro.

Gráfico 34 Configuración de Gateway



Para el caso del voice Gateway Cisco VG224 se tiene

Gráfico 35 Configuración de Voice Gateway en el CallManager



5.4.3 Servicios

5.4.3.1 Extensión Mobility

Es un servicio de los teléfonos IP de Cisco en el que un perfil de usuario puede ingresar a los teléfonos corporativos configurados con esta funcionalidad. Los servicios de los teléfonos Cisco trabajan con aplicaciones XML que permiten la presentación de contenido interactivo con texto y gráficos. Cisco Extensión Mobility comprende la aplicación y el servicio, funciona con los modelos 7912, 7940, 7960, 7970 y Cisco IP Communicator (Softphone). El servicio se lo agrega en el Call Manager, escoger Device/Device Settings/Phone Services.

Se escoge como Service name: Extension Mobility y Service URL: <http://10.100.100.2/emapp/EMAppServlet?device=#DEVICENAME#>, grabar y el servicio se active.

5.4.3.2 Call Park

Call Park permite ubicar una llamada en espera, de tal manera que pueda ser recuperada desde cualquier otro teléfono controlado por el sistema CallManager, escoger Call Routing/Call Park.

5.4.3.3 Call Pickup Group

Call Pickup permite a un usuario arrastrar una llamada que está timbrando en otro dispositivo que no es el suyo. Se crean grupos de arrastre de llamadas que permiten a los usuarios de ese grupo recoger una llamada de otro usuario en el mismo grupo. Sin embargo, esto no limita el hecho que se puedan arrastrar llamadas entre grupos, escoger Call Routing/Call Pickup Group.

5.4.3.4 Meet – me

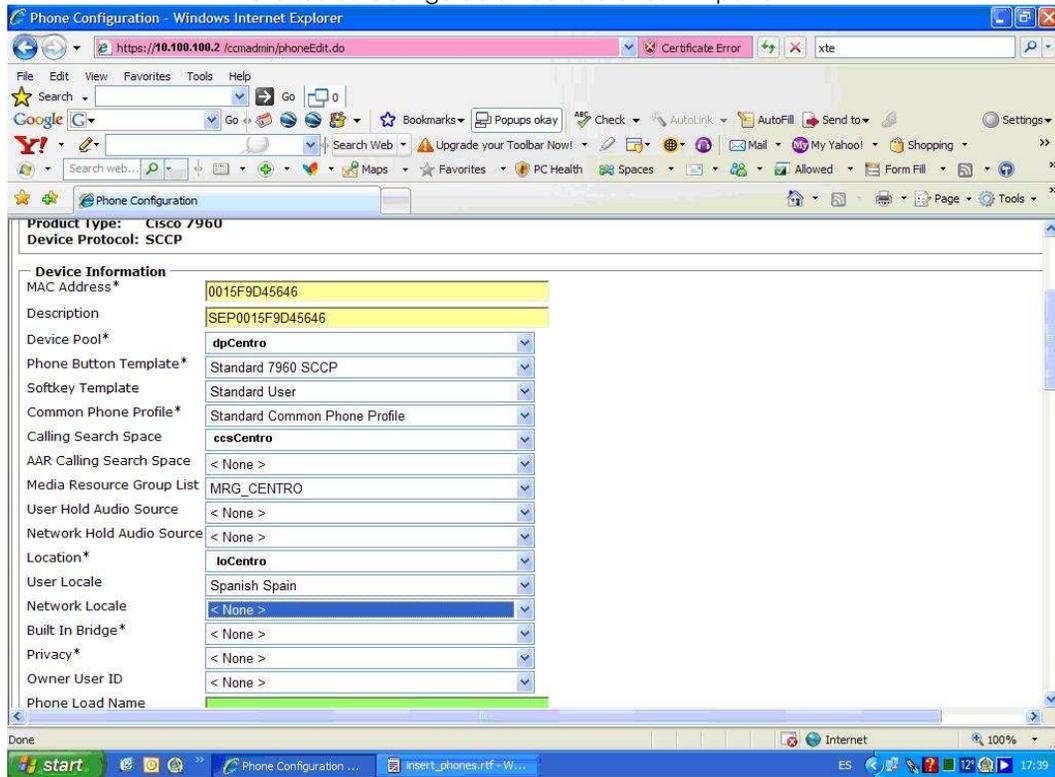
Es una característica de conferencia donde se establece un número de reunión y varios dispositivos pueden marcar al número asignado entrando en conferencia. Escoger Call Routing/Meet-me/Number Pattern:

5.4.3.5 Registro de Telefonos IP

Existen dos maneras de registrar teléfonos IP en el Call Manager, la de auto registro y la de registro Manual.

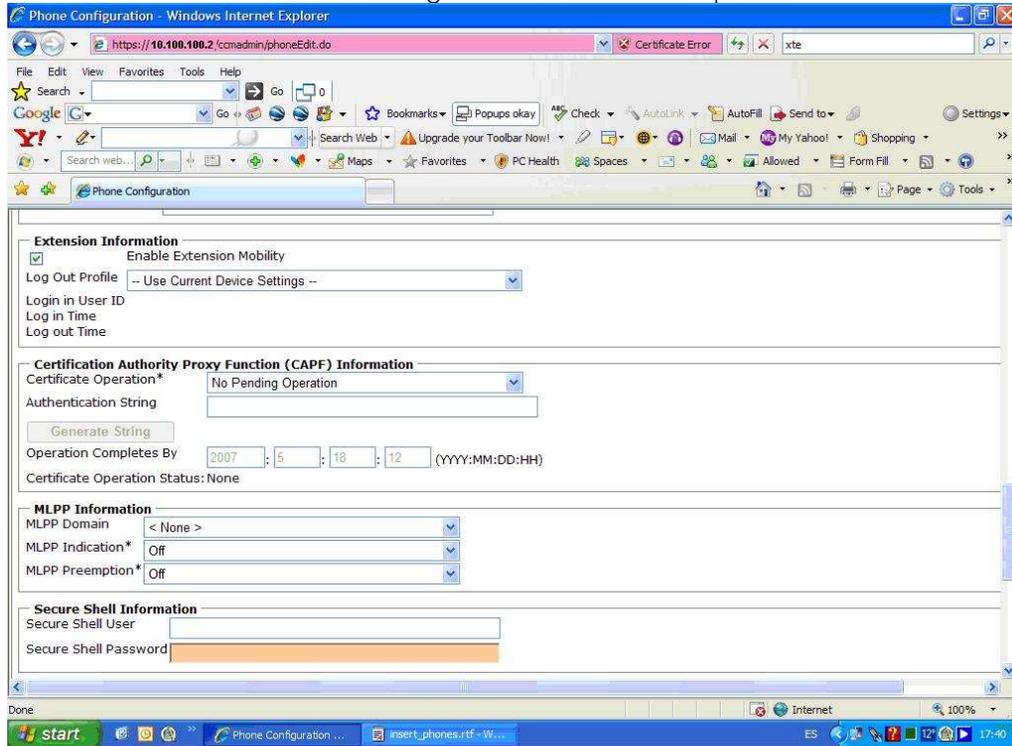
En auto registro de teléfonos se debe escoger SCCP o SIP, es decir, un solo protocolo, por lo que se aconseja para poder tener teléfonos tanto en SIP como en SCCP el registro manual. Para registrar el telefono IP hay que conectarlo a la red e ir al Call Manager en la ruta Device/Phone, escoger el modelo del teléfono a agregar, el protocolo de registro (SCCP o SIP), continuar (Next), una vez desplegada la pantalla por el modelo escogido, ingresar la MAC address del teléfono, el Device Pool, Calling Search Space, Media Resource Group List, Locación, User Locale para que se registre en Inglés o Español, Network Locale para nuestro caso Colombia, como muestra la gráfica:

Gráfico 36 Configuración de Teléfonos IP – parte 1



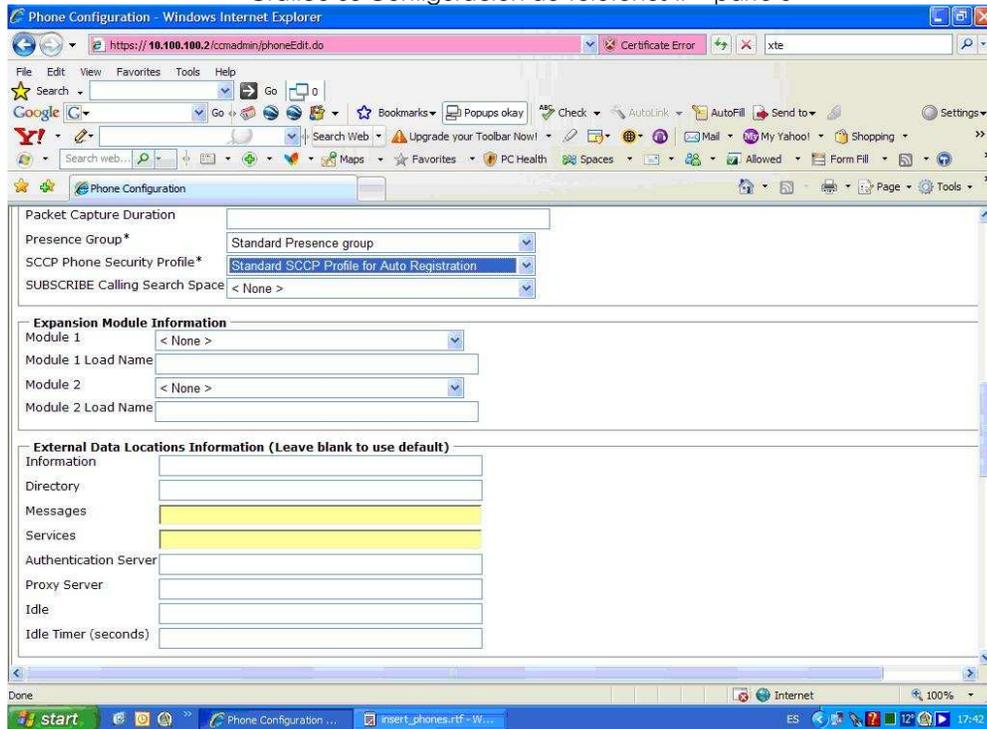
Así mismo, habilitar extensión mobility en el Log out Profile; se debe utilizar la opción "Use current Device Settings".

Gráfico 37 Configuración de Teléfonos IP - parte 2



Indicar la forma de seguridad del teléfono en SCCP, en este caso Standard SCCP Profile for Autoregistration como muestra la siguiente gráfica:

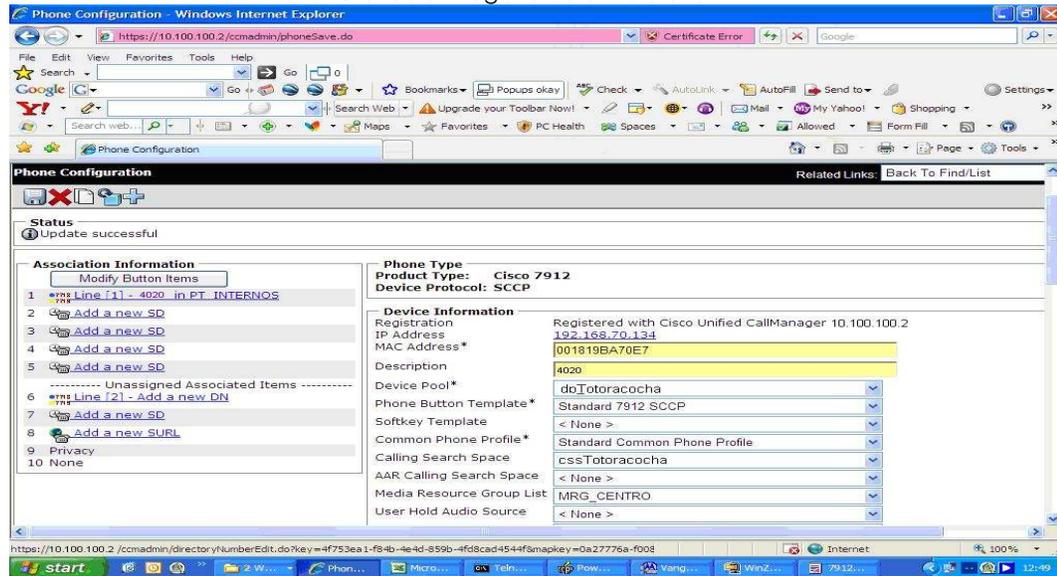
Gráfico 38 Configuración de Teléfonos IP - parte 3



5.4.3.6 Asignación del número de extensión del teléfono IP

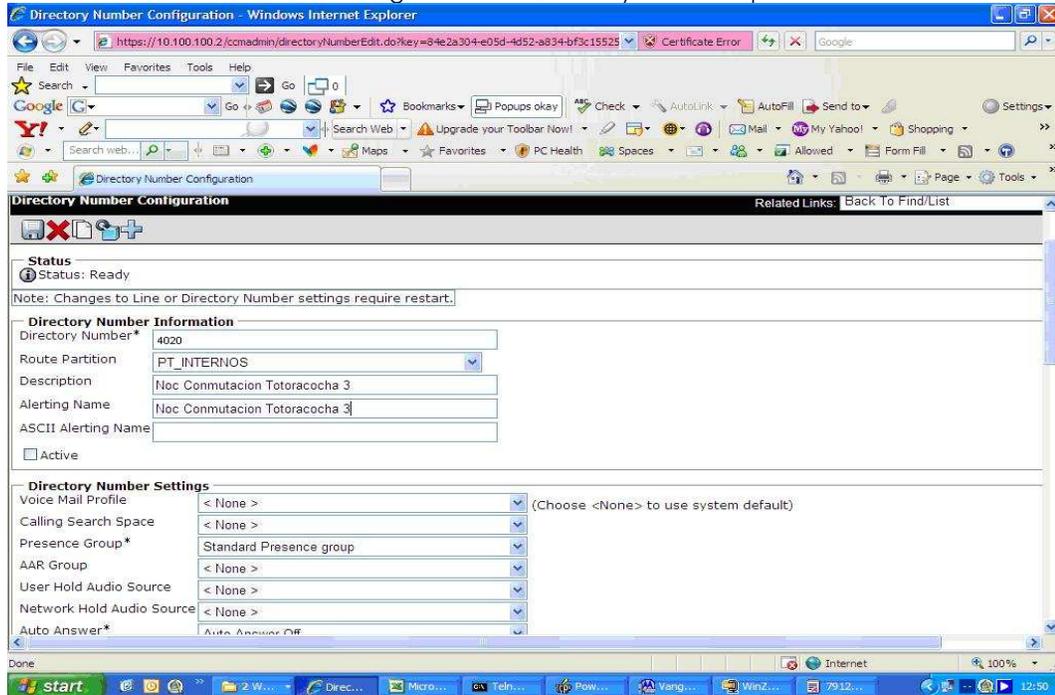
Una vez que ya está registrado el teléfono IP se debe escoger la extensión (costado izquierdo), de acuerdo al Plan de numeración previamente establecido para cada región.

Gráfico 39 Registro de un teléfono



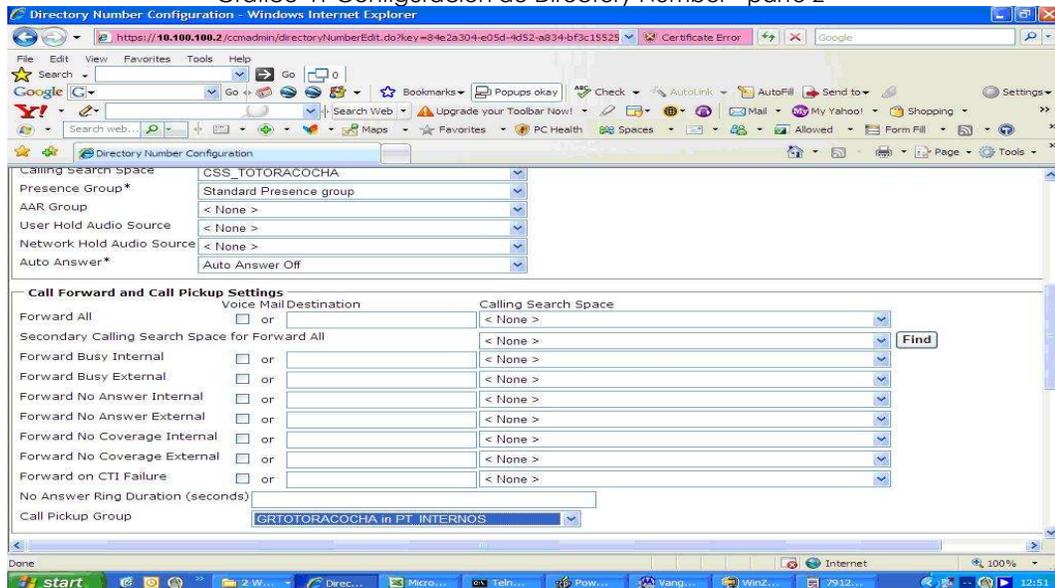
Ir a Directory Number, escribir la extensión que desea poner al teléfono, en Route Partition poner PT_Internos, en Description poner el nombre de la persona que estará asignado el teléfono, en Calling Search Spaces se escoge a que localidad pertenece

Gráfico 40 Configuración del Directory Number – parte 1



As también se escoge el Call Pickup Group al cual pertenece el usuario:

Gráfico 41 Configuración de Directory Number - parte 2



5.4.3.7 Creación de Usuarios

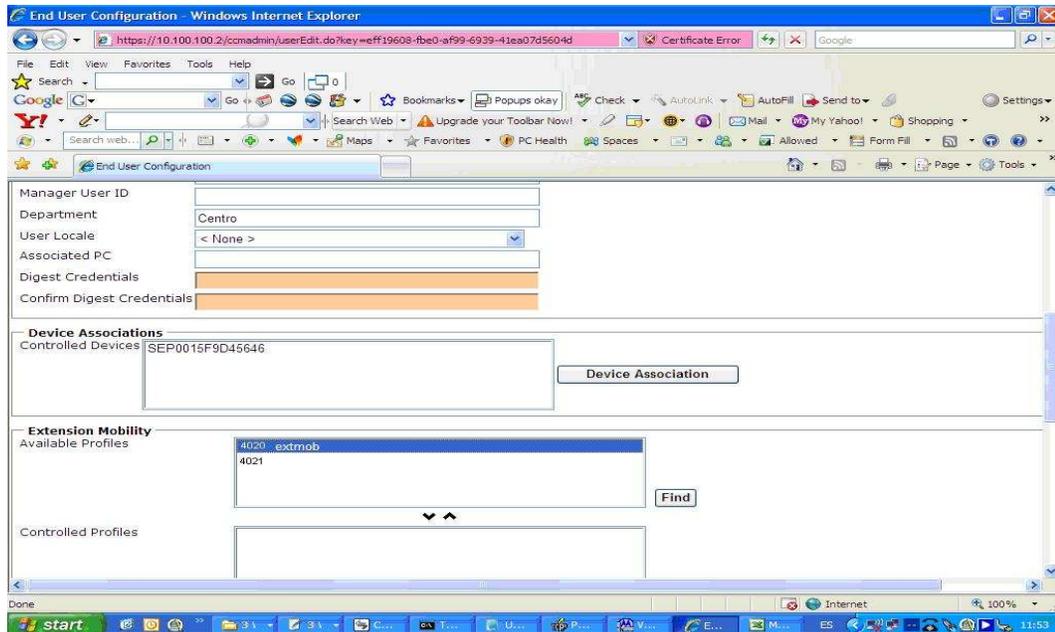
Los usuarios se crean para poder utilizar el directorio corporativo, así como también para asociarlos a las extensiones para poder visualizar los reportes de llamadas, y asociarlos al profile del Extension Mobility.

Para realizar esto escoger User Management/End User/Add New , ingresar un User ID por conveniencia: letra del nombre seguido del apellido, como ejemplo lespinoza; como password el mismo user, en pin 12345 esto es para el ext mobility, nombre y apellido, el numero de la extensión, en departamento la localidad del usuario.

Gráfico 42 End User Configuration

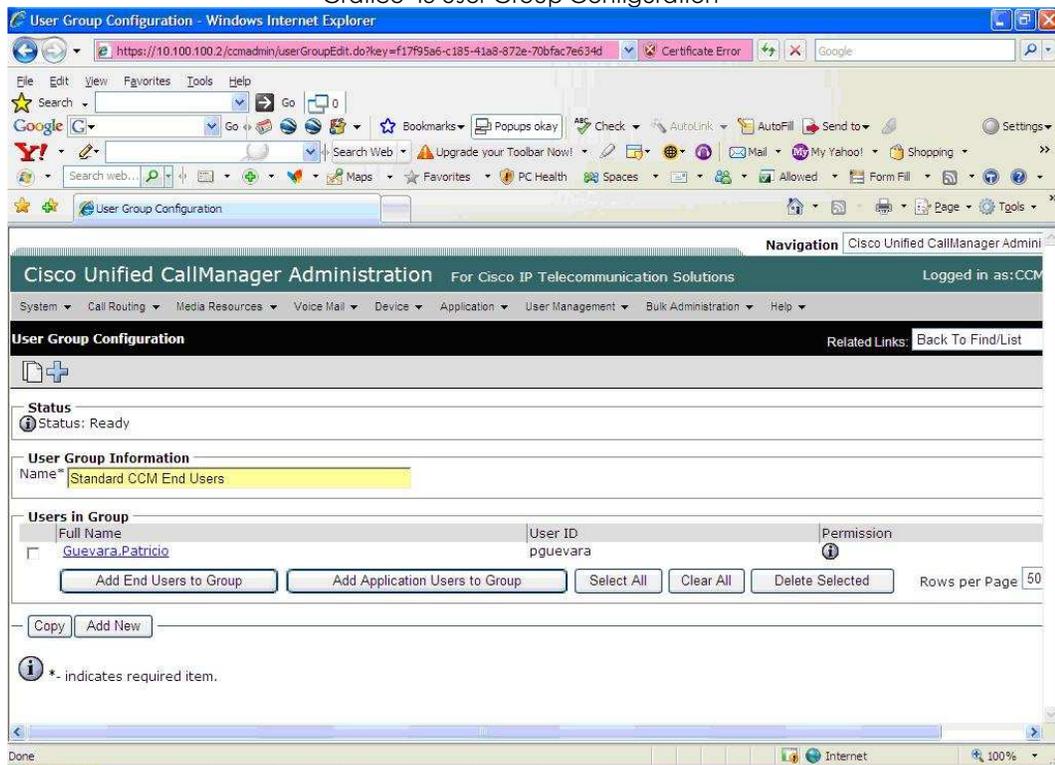
The screenshot shows the 'End User Configuration' web page in Internet Explorer. The browser address bar shows the URL: <https://10.100.100.2/cmadmin/UserEdit.do?key=eff19608-fbe0-af99-6939-41ea07d5604...>. The page title is 'End User Configuration'. The status is 'Ready'. The 'User Information' section contains the following fields:

LDAP Sync Status	Active
User ID*	lespinoza
Password*	lespinoza
Confirm Password*	lespinoza
PIN*	12345
Confirm PIN*	12345
Last name*	Espinoza
Middle name	
First name	Luis
Telephone Number	4001
Mail ID	
Manager User ID	
Department	Centro
User Locale	< None >
Associated PC	



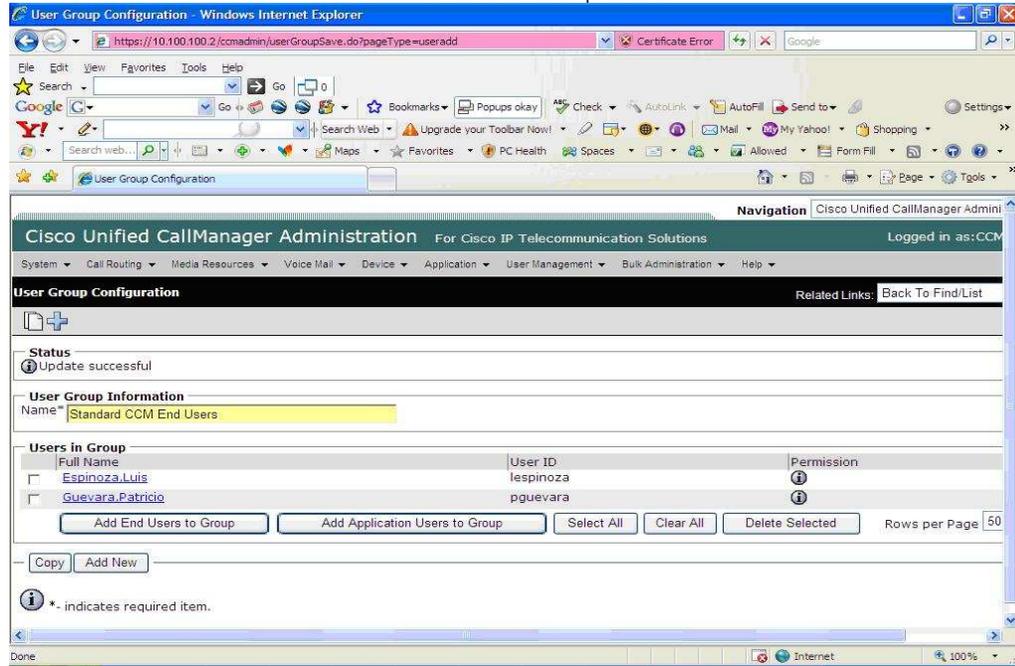
Se debe asociar el usuario a un grupo, para darle los permisos de un rol respectivo, para esto, escoja User Management/User Group, escoger Standard CCM End User y Add End Users to Group:

Gráfico 43 User Group Configuration



Se muestra el usuario lespinoza, seleccionarlo y Add Select, cerrar la ventana y ya está agregado el usuario al grupo como muestra la siguiente gráfica:

Gráfico 44 User Group Status



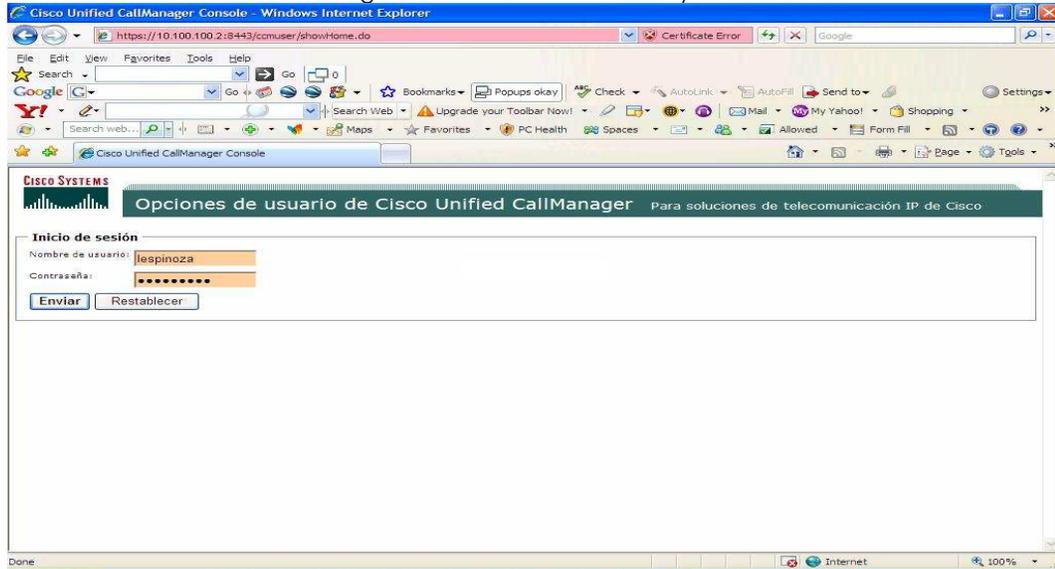
Si quisiera agregar otro usuario al grupo debe dar un click en Add End Users to Group y repetir los pasos anteriores.

5.4.3.8 Extensión Mobility

5.4.3.9 Configuración de Extensión Mobility en teléfonos IP

Para configurar el servicio de extensión mobility en los teléfonos IP se debe ingresar al siguiente URL <https://10.100.100.2/ccmuser/showHome.do> y dar un click en continue to this website, posteriormente Ingresar el user y su respectivo password.

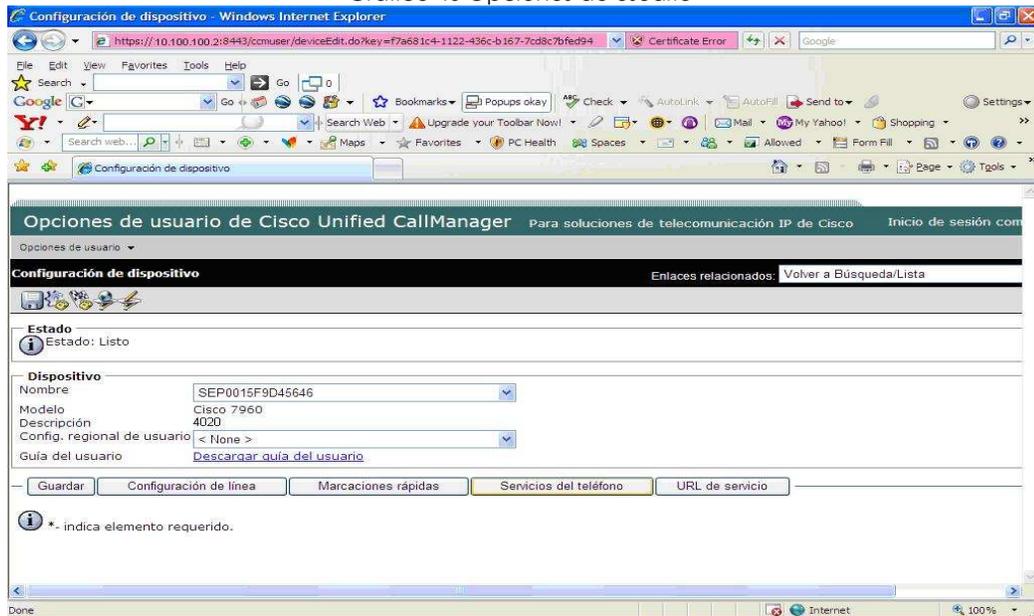
Gráfico 45 Configuración de Extensión Mobility en Teléfonos IP



Escoger Opciones de usuario e ingresar en Dispositivo como muestra la gráfica siguiente:

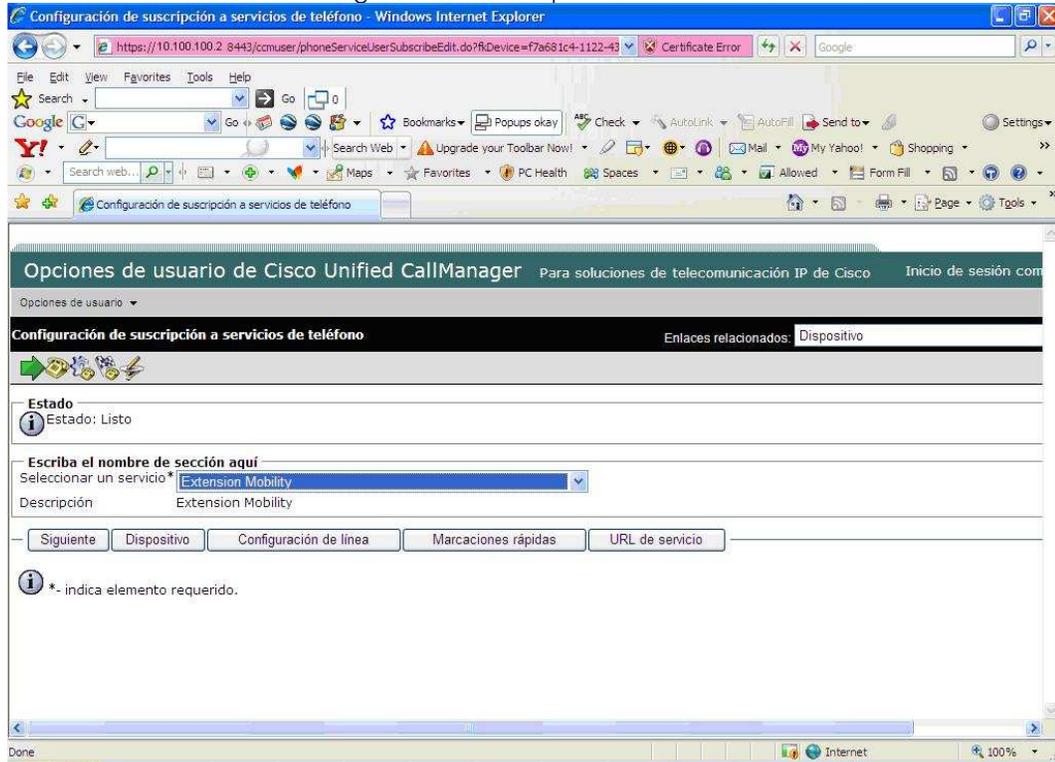
Escoger el dispositivo y presionar botón servicios de teléfono:

Gráfico 46 Opciones de usuario



En seleccionar un servicio, señalar Extensión Mobility y presionar siguiente:

Gráfico 47 Configuración de suscripción a servicios de teléfono



5.4.3.10 Códigos de autorización para llamadas

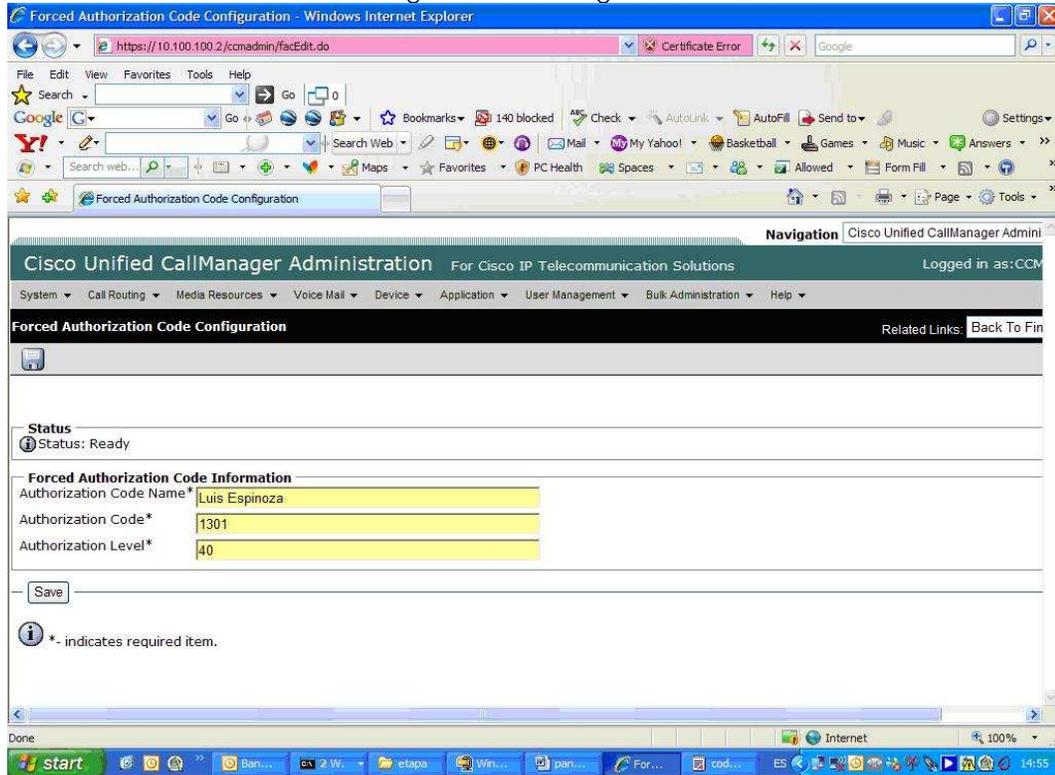
Esta característica permite regular los tipos de llamadas que ciertos usuarios pueden realizar, forzando a que se ingrese un código de autorización antes de completar la llamada.

En este proyecto se establecen los niveles de la siguiente manera:

- Nivel 10 llamadas locales
- Nivel 20 llamadas nacionales
- Nivel 30 llamadas Celulares
- Nivel 40 llamadas Internacionales

Para establecer los códigos, ingresar a Call Routing/Forced Authorization Codes y escoger New, en la ventana que se despliega ingresar el nombre, el código que debe ser de 4 dígitos y el nivel del permiso como muestra la gráfica:

Gráfico 48 Configuración de códigos de autorización



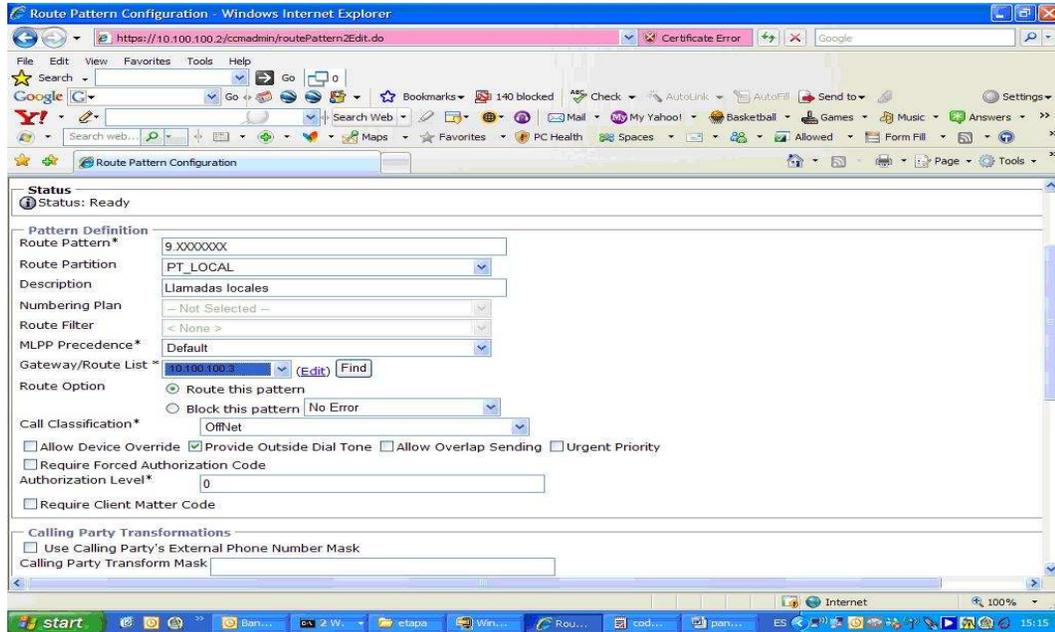
Estos pasos se deben realizar si quiere ingresar más códigos de autorización.

5.4.3.11 Route patterns

Los route patterns establecer el plan de marcado hacia la PSTN. Para permitir el acceso a llamadas locales, nacionales, celulares, teléfonos de emergencia, de servicios y llamadas internacionales. Para realizar esto, escoger Call Routing/Route Hunt/Route Pattern.

Para llamadas locales presionar New, en Route Pattern digitamos 9,XXXXXXX donde las X permitirán digitar cualquier número dentro del plan de marcado, se escoge la partición PT_LOCAL, en descripción colocar llamadas locales, en Gateway se escoge el gateway configurado en H323 para este caso el 10.100.100.3; en autorización code level se coloca 0 y no poner ningún visto en Require Forced Authorization Code; con esto no solicitará al usuario ninguna clave en el teléfono, como se muestra en la gráfica siguiente.

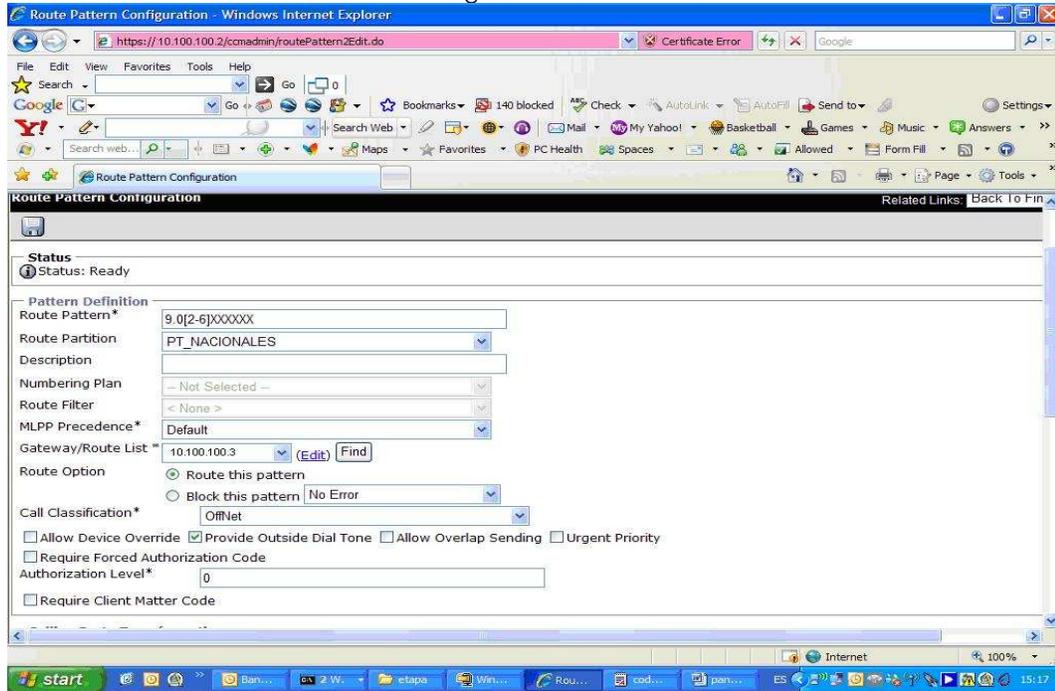
Gráfico 49 Creación de Route Pattern



En Discard Digit se escoge Predot, con esto todo lo que este antes del punto en el Route Pattern 9.XXXXXXX será omitido y enviado el resto de dígitos a la PSTN, grabar la configuración.

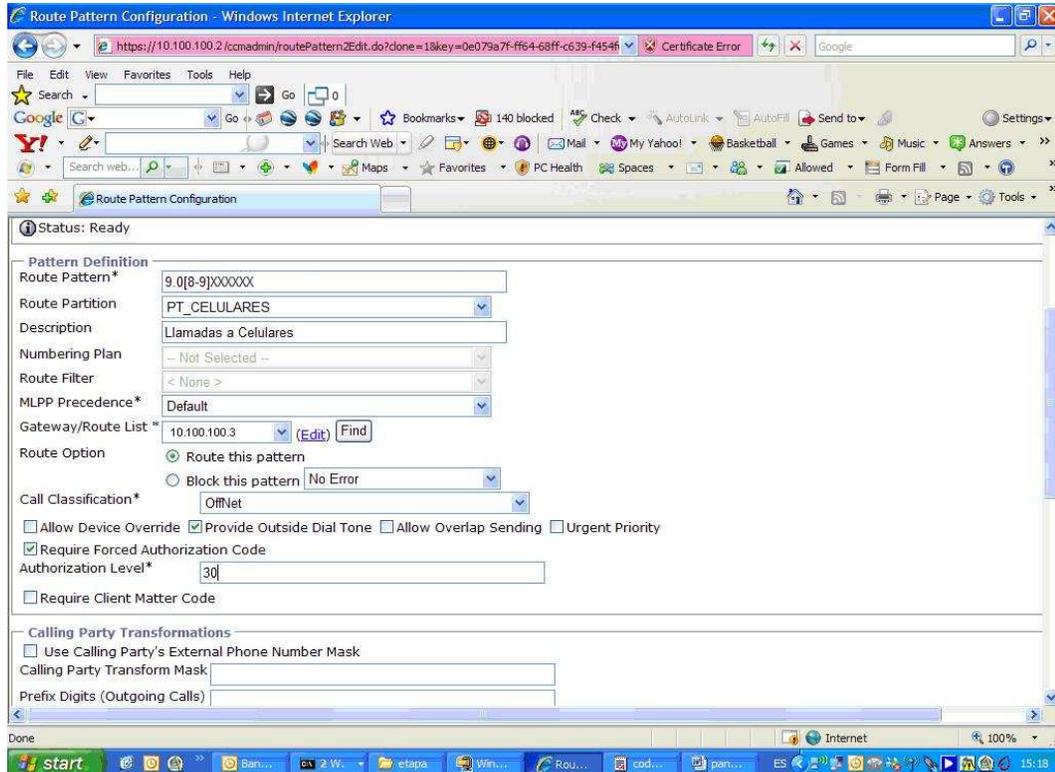
Los mismos pasos se realizan para llamadas nacionales, con la diferencia del la partición como PT_NACIONALES, como se muestra en la gráfica siguiente:

Gráfico 50 Configuración de Route Pattern



Para las llamadas celulares, se escoge que pida clave con nivel mínimo de 30

Gráfico 51 Llamadas a celulares con clave de acceso



Para el acceso internacional, forzar a usar mínimo claves con nivel 40 y configurar todas las rutas. Quedan los Route Pattern como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfico 52 Route Patterns definidos

The screenshot shows the Cisco Unified CallManager Administration interface. The page title is "Find and List Route Patterns". The status indicates "6 records found". The search options are set to "Pattern" and "begins with". The search results are as follows:

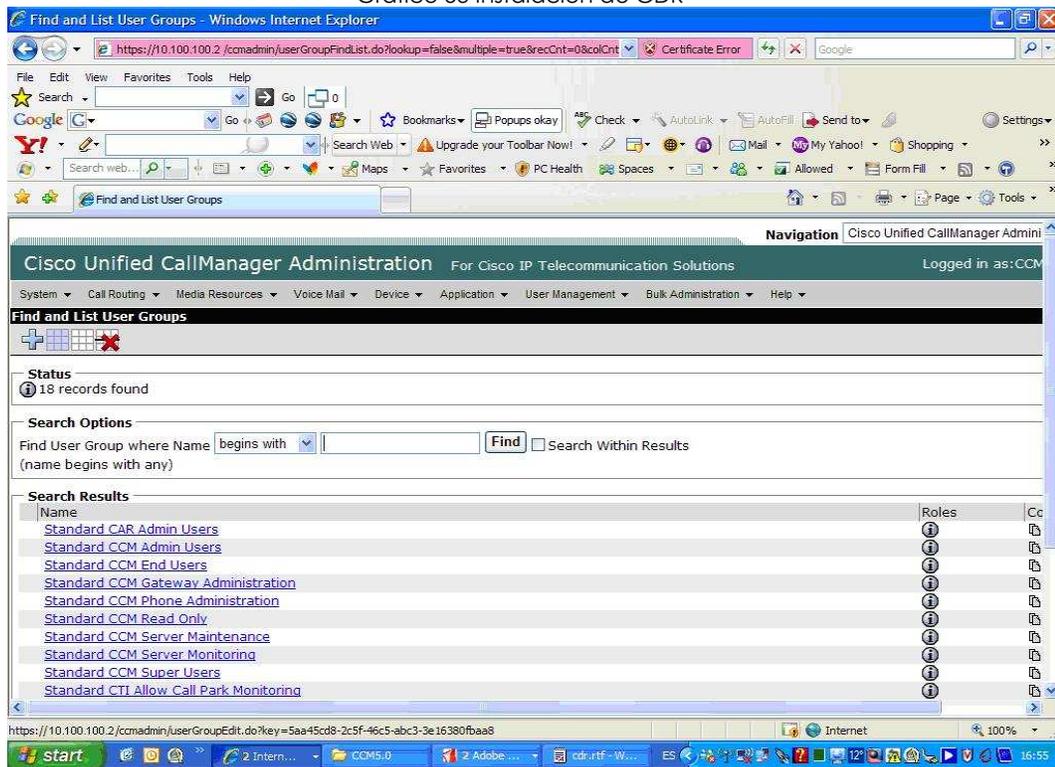
Pattern	Description	Partition	Route Filter	Associated Device
9.001	Llamadas Internacionales	PT_CELULARES		10.100.100.3
9.0[2-6]XXXXXX	Llamadas Nacionales	PT_NACIONALES		10.100.100.3
9.0[8-9]XXXXXX	Llamadas a Celulares	PT_CELULARES		10.100.100.3
9.1[0-3]X	Llamadas Servicios	PT_LOCAL		10.100.100.3
9.911	Llamadas 911	PT_LOCAL		10.100.100.3
9.XXXXXXX	Llamadas locales	PT_LOCAL		10.100.100.3

5.4.3.12 Instalación de CDR

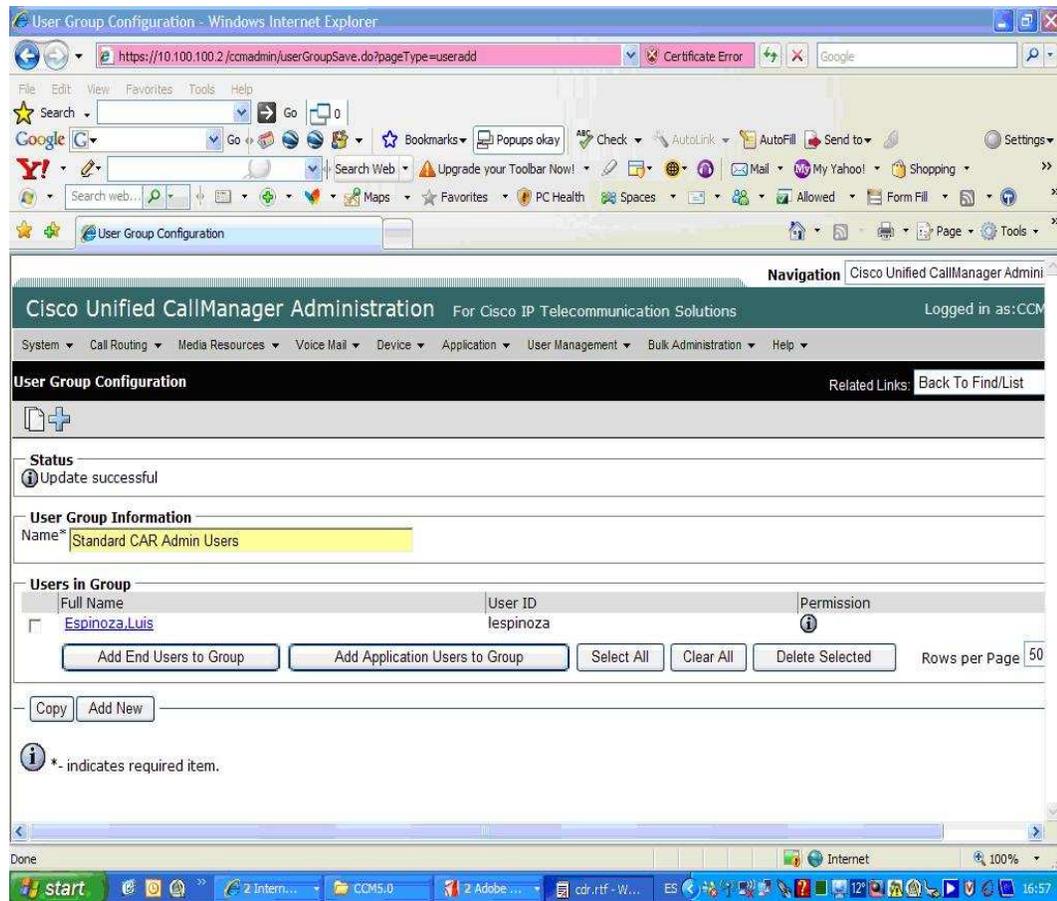
Los CDR son los Calling Data Records, es decir la grabación de los datos de llamadas, registran las llamadas de los usuarios, ya sean llamadas internas o externas. Para poder instalarlo se deben seguir estos pasos:

Asignar a un usuario del Call Manager el rol de Admin para poder configurar este recurso, para lo cual se escoge en la Consola del Call Manager/User Management/User Group, y se visualiza la siguiente pantalla:

Gráfico 53 Instalación de CDR



Se escoge Standard CAR Admin users, y Add End User to Group.
 Seleccionar el user ID lespinoza, presionar Add Selected y luego Close



Luego dirigirse a la Consola de Administración del CCM y del lado derecho escoja Cisco Unified CallManager Serviceability, presionar Go, una vez en el nuevo menú presentado seleccionar Tools/CDR Analysis and Reporting, ingresar unesername y password (lespinoz, password).

5.4.3.13 Configuración de Dial Plan y Reportes

Una vez ingresado en el CDR Análisis, se procederá a configurar los parámetros del Dial Plan para que puedan ser registradas las llamadas. Escoger System/System Parameter/Dial Plan Configuration, se despliega una pantalla en la cual se configura las llamadas internas, las cuales deben ser configuradas con 4 dígitos; llamadas sin costo al 1800, llamadas locales de 7 dígitos, llamadas nacionales de 9 dígitos, llamadas internacionales mayores a 9 dígitos, etc. como se muestra en la siguiente gráfica:

5.4.3.14 Niveles de Reporte

Los niveles de reportes están orientados a:

Administrators => Generar reportes del sistema para ayudar a balancear cargas, rendimiento del sistema y resolución de problemas.

Managers => Generar reportes para usuarios, departamentos, Calidad de Servicios, etc.

Individual users => Genera reportes individualizados de reportes de las llamadas de un usuario en particular.

5.4.3.15 Generación de reporte de llamadas

Para generar el primer reporte escoger Bill/Individual (estos reportes se generan para el usuario que realiza el login dentro de la página).

Dentro de esta característica se pone el tipo de reportes Detail o Summary, el rango de fechas a ejecutar.

Gráfico 56 Generación de reportes de llamadas

The screenshot shows a web application interface for generating call reports. The navigation menu includes 'User Reports', 'System Reports', 'Device Reports', 'CDR', and 'System Reports'. The 'User Reports' menu is expanded, showing options like 'Bills', 'Top N', 'Cisco IPMA', 'CTI Application User', and 'Cisco IP Phone Services'. The 'Individual' option is selected, and a sub-menu shows 'Individual' and 'Department'. The main form area is titled 'Individual Bill' and contains the following fields:

- Report Type*: Detail
- Available Reports*: Generate New Report
- From Date*: Feb 1, 2007
- To Date*: Feb 15, 2007
- Report Format*: CSV PDF

The status is 'Ready' and there are 'View Report' and 'Send Report' buttons. A note at the bottom states '* indicates required item'.

Otra forma de reportes es a través de Bill/Department. Estos a parte de las mismas características de los anteriores tienen la particularidad de que un usuario Administrador pueda ver las personas de sus departamentos, en el caso del Administrador este puede ver de todos y generar los reportes.

En el campo User Id ingresa el nombre del usuario o usuarios a generar el reporte.

Gráfico 57 Generación de reportes individuales

En la parte inferior escoge el formato del reporte y View Report para ver el reporte.

Dentro de las opciones de reportes, una de las opciones más utilizadas son los reportes Top; en donde se puede generar reportes de quienes tienen mayor carga o por duración de llamadas o los número de llamadas.

5.4.3.16 Ejemplo de reporte de llamadas

En un ejemplo propuesto, se escoge User Reports/Top N/By Number of Calls y se presenta el siguiente menú en donde se escogerá opciones y luego View Report.

Gráfico 58 Generación de reporte de llamadas

CDR Analysis and Reporting
For Cisco IP Telephony Solutions

Top N Number of Calls

Select Call Types *
 On Net Internal Local Long Distance
 International Incoming Tandem Others

Select All Clear All

Report Type*
 Available Reports*
 No. of Records* 5
 From Date* 1
 To Date* 15
 Report Format* CSV PDF

Status: Ready
 View Report Send Report

Your request is being processed...

Una vez generado el reporte nos presenta la siguiente página:

Gráfico 59 Reporte de CDR

Compuequip
Top 5 Extensions based on Number of Calls

From Date: Feb 1, 2007 Date: Feb 15, 2007
 To Date: Feb 15, 2007 Page: 1 of 1

Report Generation Criteria-
 Call Classification: Internal, Local, Long Distance, International, Incoming, Tandem, Others

Extension No.	Charge	Duration (sec)	Calls Made	Calls Received	Total Calls
500	0.00	90075	0	5856	5856
100	5,158.24	146444	1161	1857	3018
101	4,421.30	63573	856	388	1244
400	2,466.12	61841	533	711	1244
180	8,715.04	92638	625	285	910

11 x 8,5 in 1 of 1

Status: Ready
 Back Send Report Close Help

Dentro de estos reportes se tiene la duración de todas las llamadas, llamadas realizadas, llamadas recibidas, carga de las llamadas.

Todos estos reportes son de un nivel general, para ingresar a niveles de detalles se tiene la opción CDR.

Gráfico 60 Menú reportes CDR



Aquí se tiene la opción de buscar detalles de las llamadas por Usuario/Extensión, por Gateway, por Causa de finalización de llamada, por Nivel de Procedencia y llamadas maliciosas; y en cada uno de estos niveles tenemos los detalles correspondientes.

Dentro de las opciones de User/Extensión, se ingresa la extensión y el rango de las fechas en las que se necesita analizar, da click en OK y se genera el reporte que tal como se muestra en la siguiente ventana.

Gráfico 61 Búsqueda de CDR por extension

 This screenshot shows the 'CDR Search by User Extension' search form. It includes a search input field for 'Extension' with the value '705' entered. Below the input field is a list of 'Selected Extension(s)' containing '705'. The form also features buttons for 'Add Extension', 'Remove Extension(s)', and 'Remove All Extensions'. A note explains that wildcards like '!' and 'X' are allowed for generic searches. At the bottom, there are date and time selection fields for 'From Date*' and 'To Date*', and 'OK' and 'Close' buttons. The status bar at the bottom indicates 'Your request is being processed...'.

Dentro de esto, se tiene todo el informe detallado de la extensión. En la opción View es donde se encuentra todo el detalle de la llamada específica.

Gráfico 62 Detalle de llamada

Sl Jo	Call Type	GCID_CMI GCID_CallId	Orig Node Id Dest Node Id	Orig Leg Id Dest Leg Id	Calling No Calling Partition	Called No Called Partition	Dest No Dest No Partition	Last Rd. No Last Rd. No Partition	Media Info		CDR - CMR Dump
									Orig Pkts Rcd Orig Pkts Lost	Dest Pkts Rcd Dest Pkts Lost	
1	Simple	1 33548	1	16858103 16858104	706 PT_Internos	705 PT_Internos	705 PT_Internos	705 PT_Internos	null null	null null	Others View
2	Simple	1 36595	1	16865651 16865652	700 PT_Internos	705 PT_Internos	705 PT_Internos	705 PT_Internos	null null	null null	Others View
3	Simple	1 36813	1	16866186 16866187	705 PT_Internos	402 PT_Internos	402 PT_Internos	402 PT_Internos	null null	null null	Others View
4	Transfer	1	1	16866191	705	400	400	400	null	null	Others View

5.4.4 Integración de Asterisk y Cisco CallManager

Como se indico anteriormente Asterisk es un software que instalado con el hardware apropiado ofrece las funcionalidades de una central IP PBX y mas, sin embargo, para a implementación realizada se utiliza como repositorio de mensajes de voz (mensajería voice mail). Una buena guía se encuentra en el libro Asterisk The Future of Telephony.¹⁰

Primero instalamos CentOS (una distribución de linux), al estar amparado bajo un licencia GNU, existe mucha documentación de cómo instalar el sistema operativo dependiendo del ambiente de trabajo en el que será utilizado, en este caso, se utiliza una instalación básica debido a que la funcionalidad esta bien definida.

La instalación de Asterisk en un sistema GNU/Linux sigue los siguientes pasos:

- Instalación de paquetes y librerías dependientes.
- Descarga del código fuente de Asterisk desde Internet
- Compilación de Asterisk.
- Instalación en el sistema.
- Instalación de ficheros de configuración de prueba.

Para obtener la última versión del código, se debe tener conexión a Internet.

```
# cd /usr/src/
# wget http://downloads.digium.com/pub/asterisk/asterisk-1.4-current.tar.gz
# wget http://downloads.digium.com/pub/libpri/libpri-1.4-current.tar.gz
# wget http://downloads.digium.com/pub/zaptel/zaptel-1.4-current.tar.gz
```

Extraer el código origen:

¹⁰ O'Reilly, Menggelen, Madsen & Smith, Foreword by Mark Spencer , Asterisk: The Future of Telephony, 2nd Edition.

```
# cd /usr/src/
# tar zxvf zaptel-1.4-current.tar.gz
# tar zxvf libpri-1.4-current.tar.gz
# tar zxvf asterisk-1.4-current.tar.gz
```

Ejecutar los siguientes comandos reemplazando la versión de Asterisk que se obtuvo (recomendable es tener siempre la última versión)

```
# cd /usr/src/asterisk-version
# make clean
# ./configure
# make menuselect
# make install
# make samples % instala los archivos de configuración ejemplo
```

Los archivos de configuración se encuentran en `/etc/asterisk/`.

Para levantar la aplicación con los archivos de configuración instalados se ejecuta:

```
# etc/init.d/asterisk start
```

Los archivos de configuración son los que contienen la información necesaria para que la aplicación trabaje conforme es requerido. A continuación se da una breve explicación de cada directorio usado y los archivos importantes para la configuración usada en la integración con Cisco Call Manager.

Los siguientes son los directorios usados en Asterisk:

- `/etc/asterisk/`: contiene todos los archivos de configuración.
- `/usr/lib/asterisk/modules/`: contiene todos los módulos cargados y que usa Asterisk.
- `/var/lib/asterisk/`: contiene el archivo `astdb` y un grupo de subdirectorios, el archivo `astdb` contiene la base de datos de información local de Asterisk, que es muy parecido al registro de Windows. Uno de los subdirectorios es `keys/` el cual es utilizado para la implementación de una arquitectura de clave pública y privada, otro subdirectorio importante es `sounds/` el cual contiene todos los archivos de audio que se reproducen cuando Asterisk funciona.
- `/var/spool/asterisk/`: contiene un grupo de subdirectorios, `voicemail/` dentro del cual se encuentra la cola de mensajes que serán entregados
- `/var/log/asterisk/`: contiene los log generados por Asterisk.

- `/var/log/asterisk/cdr-csv/`: contiene los CDR's que genera Asterisk en formato csv.

Los siguientes son los archivos de configuración mas usados:

`extensions.conf`: Es el archivo que contiene la forma en la que Asterisk implementa el plan de marcación que utiliza. Se puede decir que es el corazón de la aplicación.

`sip.conf`: Es el archivo en el que se configura las troncales SIP como las extensiones sip que puedan tenerse de ser el caso, para la implementación realizada, el archivo contiene las troncales para integrarse con Cisco Call Manager.

`voicemail.conf`: El archivo que implementa las funciones de casilleros de voz o buzones.

Para realizar depuración de lo que sucede con la aplicación podemos iniciar Asterisk en modo de depuración ejecutando:

```
# /usr/sbin/asterisk -r
```

Cuando se instalaron los archivos de configuración de ejemplo, se simplifica la configuración del sistema, pues podemos modificarlos para las necesidades propias de cada configuración.

5.4.4.1 Configuración de archivo `extensions.conf`

A continuación se presenta una explicación breve de cada archivo utilizado en la configuración desarrollada.

Dentro del archivo `extensions.conf` podemos encontrar:

```
[root@voicemail asterisk]# more /etc/asterisk/extensions.conf
; Contexto con el que se trabaja.
[BuzonMensaje]
; La extensión 8888 (para casillero de voz, español)
exten => 8888,1,Set(LANGUAGE())=es)
exten => 8888,2,Wait,1
exten => 8888,3,Answer
; Si se requiere dejar o recuperar mensajes de correo.
```

```

exten => 8888,4,GotoIf(${CALLERID(rdnis)}?103:400)
;Dejar correo de voz
exten => 8888,103,Voicemail(su${CALLERID(rdnis)})@BuzonMensaje)
exten => 8888,104,Playback(vm-goodbye) ; retorna con despedida
exten => 8888,105,Hangup ; asienta
; Recuperar correo de voz, pide ingrese el password del casillero de voz.
exten => 8888,400,Playback(please-enter-the)
exten => 8888,401,VoicemailMain(${CALLERID(num)})@BuzonMensaje)

; la identificación de la extensión descarta los 3 primeros digitos.
exten => _230XXXX,1,SetCallerID(${EXTEN:3})
; llama a la extensión 28888 a traves de el CALLManager a traves de la troncal SIP
; la extensión 28888 es para activar el led indicador de los telefonos CISCO de
;mensajeria
exten => _230XXXX,2,Dial(SIP/28888@10.100.100.2)
exten => _230XXXX,3,Answer
exten => _230XXXX,4,Wait,1
exten => _230XXXX,5,Hangup
; Parecido al anterior solo que para desactivar el led de mensajeria en los telefonos
CISCO
exten => _231XXXX,1,SetCallerID(${EXTEN:3})
exten => _231XXXX,2,Dial(SIP/28889@10.100.100.2)
exten => _231XXXX,3,Answer
exten => _231XXXX,4,Wait,1
exten => _231XXXX,5,Hangup

exten => 8887,1,Set(LANGUAGE)=es)
exten => 8887,2,Wait(1) ; Wait a second, just for fun
exten => 8887,n,Answer ; Answer the line
exten => 8887,n(restart),BackGround(enter-ext-of-person) ; Play a
congratulatory message
exten => 8887,n(espera),WaitExten ; Wait for an extension to be dialed.
exten => _4XXX,1,Dial(SIP/${EXTEN}@10.100.100.2)
exten => _4XXX,2,Hangup

exten => _0,1,Dial(SIP/4001@10.100.100.2)
exten => _0,2,Hangup

exten => i,1,Playback(invalid) ; "That's not valid, try again"
exten => i,2,Goto(8887,espera)

```

5.4.4.2 Configuración de archivo sip.conf

Dentro del archivo sip.conf

```

[root@voicemail asterisk]# more sip.conf

[callman01]
type=friend
context=BuzonMensaje ;Contexto en el dial plan
host=10.100.100.2 ; direccion Ip del CALLManager
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
allow=gsm
nat=no
canreinvite=yes
qualify=yes

[4000] ;Extensión auto attendant
context=BuzonMensaje
type=friend
host=dynamic
canreinvite=no
mailbox=4000

[root@voicemail asterisk]#

```

5.4.4.3 Configuración de archivo voicemail.conf

En el archivo voicemail.conf

```
[root@voicemail asterisk]# more voicemail.conf
;
; Voicemail Configuration

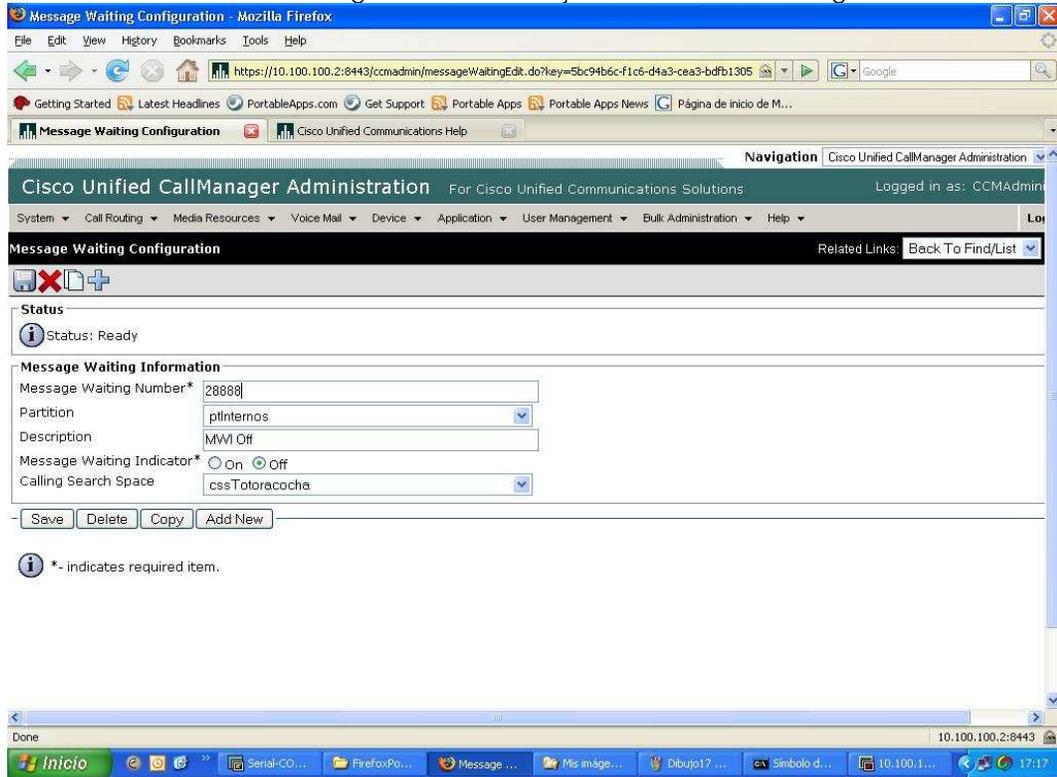
[BuzonMensaje] Contexto
Casilleros creados
4000 => 6666,Etapa,root@localhost
4001 => 6666,Etapa,guest@localhost
4002 => 6666,Etapa,guest@localhost
4003 => 6666,Etapa,guest@localhost
4004 => 6666,Etapa,guest@localhost
4005 => 6666,Etapa,guest@localhost
4006 => 6666,Etapa,guest@localhost
4007 => 6666,Etapa,guest@localhost
4008 => 6666,Etapa,guest@localhost
4009 => 6666,Etapa,guest@localhost
4010 => 6666,Etapa,guest@localhost
4111 => 6666,Etapa,guest@localhost
[root@voicemail asterisk]#
```

Para mas detalle de los archivos, véase el CD de configuraciones.

5.4.4.4 Configuración de Mensajería en Cisco Call Manager

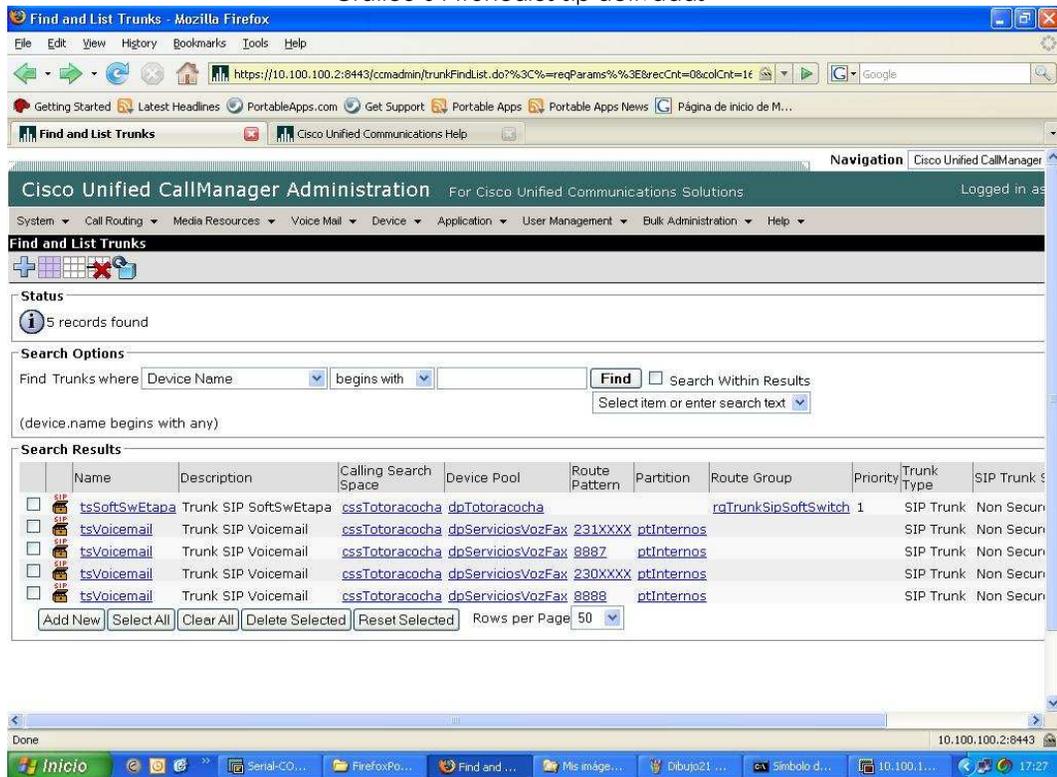
En el Call Manager se crean las extensiones que servirán para anunciar que la extensión tiene mensajes en el buzón (activación o desactivación de leds)

Gráfico 63 Configuración de Mensajería en Cisco Call Manager



Se crea una troncal SIP para integrar la mensajería con Asterisk.

Gráfico 64 Troncales sip activadas



CONCLUSIONES

Las centralillas telefónicas que actualmente se encuentran funcionando, no tienen un mantenimiento adecuado ni soporte, por ende no existe un levantamiento actualizado del número de extensiones instaladas, así como tampoco se dispone de políticas de control individualizadas por cada extensión que se habilita. Situación similar ocurre con las líneas telefónicas directas donde tampoco existe políticas de control ni mantenimiento. Por las razones expuestas, el tener un catastro actualizado y detallado es muy complicado.

Para muchas de las extensiones telefónicas utilizadas en la actualidad se hace uso de los cables troncales entre centrales o la habilitación de cobre en rutas primarias para llegar a oficinas distantes, por ejemplo, esta el caso del edificio del centro multiservicios GAPAL dentro del cual las extensiones telefónicas son llevadas desde la central Centro (edificio principal junto a las oficinas de administración general) a través de cables de cobre que cubren una distancia aproximada de 3Km, evidenciándose el desperdicio de recursos, pues, en ese mismo edificio existen conexiones de datos, que bien pueden ser optimizadas para ser utilizadas en las comunicaciones de voz dentro del planteamiento de la red convergente. De la misma forma no existe una estandarización y un manejo apropiado del cableado de la red de voz, generándose un entramado caótico.

El mayor costo de comunicaciones de la red actual representa el tráfico hacia líneas celulares el mismo que podría ser administrado eficientemente mediante políticas de control claras y un proceso estandarizado.

El diseño de la red presentada considera un crecimiento a futuro y los estudios presentan tanto la viabilidad técnica como la económica obteniéndose que de las 3 soluciones planteadas la solución propietaria de Cisco cumple como la mejor opción para ETAPA.

El plan de despliegue global para ETAPA considera las fases y la distribución en localidades con la finalidad de conseguir una red completamente convergente en un corto tiempo y obtener los beneficios que ella conlleva lo antes posible.

El plan piloto implementado para la Gerencia de Telecomunicaciones de ETAPA en la localidad de Totoracocha cumple con los elementos de diseño de pasarelas, interconexión de plataformas de comunicaciones, utilización de la red de datos convergentemente y de dispositivos terminales tanto físicos como virtuales; evidenciando plenamente la viabilidad del proyecto hacia las otras localidades.

Probablemente lo más relevante que ha hecho de la convergencia IP una realidad haya sido la toma de conciencia de que una tecnología por si misma no es nada si no se refleja en un beneficio "medible" y claro para el usuario de esa tecnología y su entorno. Esto es reflejado en el impacto en productividad y reducción de costos que ETAPA podría obtener al implementar y masificar un proyecto de esta naturaleza.

RECOMENDACIONES

Del estudio realizado se desprenden las siguientes recomendaciones para que la infraestructura de la red convergente y el uso de los recursos de comunicaciones que posee la empresa sean óptimamente utilizados.

- Realizar la recategorización y estudio a profundidad de las líneas que están a nombre de ETAPA y bajo la categoría Comercial, Pruebas, Provisional, Varios; puesto que de la realidad encontrada se desprende que las líneas definidas para estas categorías muchas veces corresponden a líneas de Oficina.
- Definir una categoría para las líneas utilizadas por Etapa Telecom
- Para las líneas que corresponden a concentradores, tanques de distribución, centros de reserva, se recomienda igualmente establecer una identificación a profundidad.
- Definir políticas, normas y procedimientos para la administración de líneas internas y la asignación de las mismas con la finalidad de tener catastros actualizados y control de niveles de acceso a los servicios así como un eficiente uso de los medios de comunicaciones.
- Definir grupos y categorías de servicios para una gestión más eficiente para la asignación.
- Optimizar el uso de los recursos de video conferencia y difundir esta tecnología en los centros de capacitación y salas de reuniones.
- Determinar nuevas oportunidades de negocio para ETAPA al dar soporte a clientes bajo el esquema de redes convergentes o vender servicios virtualizados de centralillas.
- Establecer esquemas de integración con mensajería unificada
- Crear planes de mantenimiento preventivo y procedimientos correctivos alineados a los esquemas de gestión de recursos.
- Afinamiento de los estándares de QoS en función de la demanda y comportamiento de la red convergente para asegurar que no exista congestión

GLOSARIO

Asterisk: Es una aplicación software libre de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una PSTN. Asterisk tiene licencia GPL: Mark Spencer, de Digium, inicialmente creó Asterisk y actualmente es su principal desarrollador, junto con otros programadores que han contribuido a corregir errores y añadir novedades y funcionalidades. Originalmente desarrollado para el sistema operativo GNU/Linux, Asterisk actualmente también funciona en BSD, MacOSX, Solaris y Microsoft Windows, aunque la plataforma nativa (GNU/Linux) es la mejor soportada de todas

CODECS: Codec es una abreviatura de Compresor-Decompresor. Describe una especificación implementada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal.

H.323: es un Standard aprobado por la International Telecommunication Union (ITU) que define cómo se transmiten los datos en conferencias audiovisuales a lo largo de una red. En teoría, el H.323 debería permitirle participar a los usuarios en la misma conferencia aún si están usando distintas aplicaciones de videoconferencia.

H.248: es un protocolo de señalización que habilita la conmutación de voz, fax y llamadas multimedia entre la PSTN y las redes de próxima generación ó cualquier red IP.

LAN: Local Area Network (Red de Área Local) es una red de dispositivos conectados (como son PCs, impresoras, servidores y concentradores) que cubren un área geográfica relativamente pequeña (generalmente no más grande de 5 kilómetros)

MOS: Mean Opinión Store es un promedio de opiniones de la calidad del servicio en VoIP, formado por usuarios de este servicio.

NGN: red de próxima generación, red que integra tecnologías como datos y voz en una sola infraestructura de red.

PSTN: Public Switched Telephony Network (red telefónica conmutada) es una red de teléfono diseñada primordialmente para la transmisión de voz, aunque pueda también transportar datos, por ejemplo, en el caso del fax o de la conexión a Internet a través de un módem acústico.

QoS: Quality of Service (Calidad del Servicio) es una característica de una red de telecomunicaciones que permite garantizar al cliente una calidad pactada por cada servicio contratado.

RTP: Real Time Protocol. Protocolo de Tiempo Real. Protocolo utilizado para la transmisión de información en tiempo real como por ejemplo audio y video en una videoconferencia.

SIP: es un protocolo de señalización para telefonía IP y multimedia.

SNMP: protocolo simple de gestión de redes, es aquel que permite la gestión remota de dispositivos de red, tales como switches, routers y servidores.

TFTP: son las siglas de Trivial File Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de archivos trivial).

TI: Tecnologías de Información

TICs: Tecnologías de Información y Comunicaciones

VoIP (Voz sobre IP): Conjunto de aplicaciones que permiten la transmisión de voz en vivo a través de Internet utilizando los protocolos TCP/IP.

Voice Gateways: Dispositivo que permite conectar n equipos telefónicos tradicionales a una red LAN e integrarse a una IP-PBX. Para el caso de estudio se ha tomado como referencia el modelo VG224 de Cisco, debido a que existe en la red de ETAPA en la implementación realizada.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARRIETA, Víctor, Apuntes de clase, 2004

CISCO, Implementing Cisco Quality of Service, Text Part Numbre:97-1725-01, Canada, Cisco Systems , 2003

HUIDOBRO, José Manuel, Comunicaciones en redes WLAN, WiFi, VoIP multimedia y seguridad, Cisco System, 2005

IEEE, Tutorial VoIP - Problemas y soluciones asociados con el transporte, 2004

ITU-T G.107 The E-model, a computational model for use in transmissions planning, March 2005, <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.107/e>

ITU-T P-801 Mean Opinion Score (MOS) <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800/es>

ITU-T P.563 Single-ended method for objective speech quality assessment in narrow-band telephony applications, mayo 2004.

Recommendation ITU-T P.862

ROLDAN-MARTINEZ, José-David, Tecnología VoIP y Telefonía IP, España, Alfaomega, 2006

VALLACE, Kevin, Voice over Ip First-Step, Cisco Press, ISBN: 1-58720-156-9, 2005

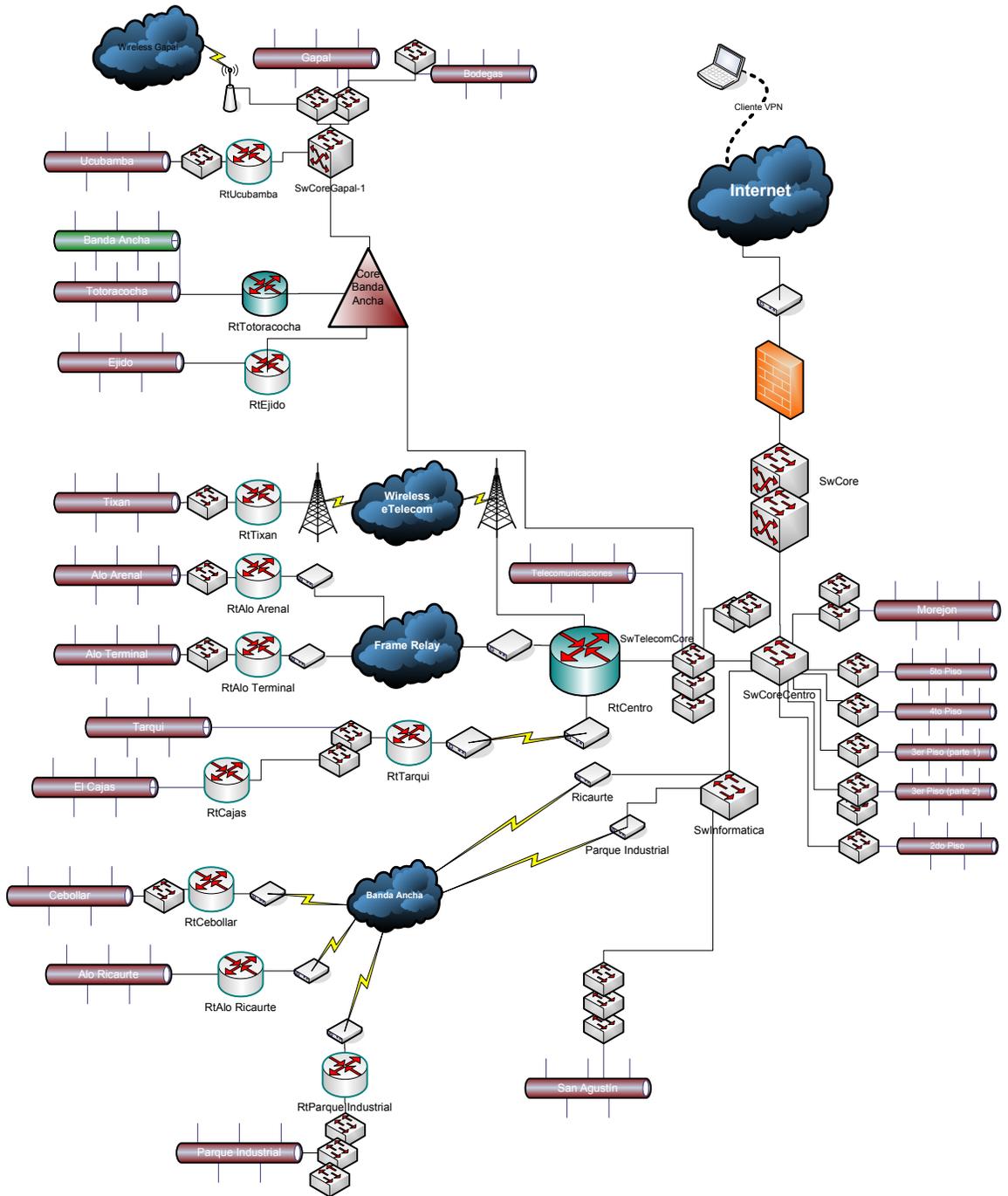
WALLINGFORD, Ted, Switching to VoIP, O'Really,

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- Cisco, www.cisco.com [consulta VoIP, teléfonos IP, QoS, febrero 2008]
- 3COM, www.3com.com [consulta Switching y VoIP, febrero 2008]
- DLINK, www.dlink.com [consulta Switching y VoIP, agosto 2008]
- Alcatel, www.alcatel.com [consulta NGN, media gateway, julio 2008]
- Nortel, www.nortel.com [consulta Media Gateway, marzo 2008]
- Huawei, www.huawei.com [consulta NGN, Media Gateway, enero 2008]
- ITU, www.itu.int [consulta estándares VoIP, diciembre 2007]
- IETF, www.ietf.org [consulta estándares VoIP, diciembre 2007]
- Interoperability Laboratory,
www.iol.unh.edu/services/testing/ipv4/training [consulta VoIP e IPv4, abril 2008]
- Universidad Politécnica de Valencia, www.redes.upv.es [consulta VoIP, mayo 2008]
- VoIP Forum www.voipforum.com [consulta Media Gateway, marzo 2008]
- Asterisk, <http://www.asterisk-la.org/> [consulta Plataforma Asterix, febrero 2008]
- Voice over IP, <http://cisco.iphelp.ru/fag/17/main.html>, [consulta VoIP, enero 2008]
- E-model tutorial,
<http://www.itu.int/ITUStudygroups/com12/emodelv1/introduction.htm>.
[consulta dimensionamiento de tráfico, abril 2008]

ANEXOS

A. Red de Datos de ETAPA



B. Características Técnicas

Voice Gateway Cisco VG224

General

Tipo de dispositivo	Adaptador para teléfono VoIP
Altura	1U
Anchura	44.5 cm
Profundidad	34.3 cm
Altura	4.4 cm
Peso	4.1 kg

Procesador/memoria/almacenamiento

RAM instalada	64 MB Flash
Conexión de redes	
Factor de forma	Externo
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Protocolo de gestión remota	Telnet, SNMP 3, HTTP
Características	Soporte de DHCP, montable en pared
Método de autenticación	RADIUS, TACACS+

Telefonía IP

Protocolos VoIP	H.323, MGCP, SCCP, SIP
Códecs de voz	G.711, G.729a
Interfaces de telefonía	24 teléfonos (FXS)

Expansión / conectividad

Total ranuras de expansión (libres)	1 (1) x Tarjeta CompactFlash - tipo II
Interfaces	2 x red - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 1 x gestión - consola - RJ-45 1 x gestión - auxiliar - RJ-45 24 x línea telefónica - FXS

Diverso

Cumplimiento de normas	Certificado FCC Clase A, CISPR 22 Class A, BSMI CNS 13438 Class A, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, VCCI Class A ITE, IEC 60950, EN55024, EN55022 Class A, UL 60950 Third Edition, EN50082-1
------------------------	--

Alimentación

Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación - interna
Voltaje necesario	CA 120/230 V (50/60 Hz)
Consumo eléctrico funcionamiento	en 60 vatios

Parámetros de entorno

Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	50 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	5 - 95%

Observaciones	Soporta protocolo SCCP propietario de Cisco
---------------	---

Asterix

Asterisk es una aplicación de software libre (bajo licencia GPL) de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios. Originalmente desarrollado para el sistema operativo GNU/Linux, Asterisk actualmente también se distribuye en versiones para los sistemas operativos BSD, MacOSX, Solaris y Microsoft Windows, aunque la plataforma nativa (GNU/Linux) es la mejor soportada de todas.

Incluye muchas características disponibles en sistemas propietarios PBX: buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas y muchas más. Se pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un dialplan en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado por Linux.

Para conectar teléfonos normales analógicos se requiere tarjetas telefónicas FXS o FXO o colocar voice gateways. Quizá lo más interesante de Asterisk es que soporta muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Asterisk puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como gateway entre ambos. Si bien no puede competir con las compañías que comercializan soluciones de VoIP Hw/Sw de alta calidad como Alcatel-Lucent, Cisco, Avaya ó Nortel, Asterisk se empieza a adoptar en algunos entornos corporativos como solución de bajo costo.

Algunas de las funcionalidades tipo centralita más interesante que posee son:

- Transferencia
- Música en espera
- Registro de llamadas en BD
- Transferencia Atendida

- Música en transferencia
- Buzón de Voz por Mail
- Llamada en espera
- Salas de Conferencia
- Pickup de llamadas
- Caller ID
- Buzón de Voz personal
- Desvío si ocupado
- Bloqueo de Caller ID
- Colas de llamada
- Desvío si no responde
- Timbres distintivos
- Colas con prioridad

Funcionalidades Avanzadas

- IVR: Interactive Voice Response, gestión de llamadas con menús interactivos.
- LCR: Least Cost Routing, encaminamiento de llamadas por el proveedor VoIP más económico.
- AGI: Asterisk Gateway Interface, integración con todo tipo de aplicaciones externas.
- AMI: Asterisk Management Interface, gestión y control remoto de Asterisk.
- Configuración en base de datos: usuarios, extensiones, etc

Un equipo (PC) con las siguientes características puede dar buenos resultados¹¹: Equipo Dual Intel Xeon 1.8 Ghz 1 Gb Ram soporta 60 llamadas concurrentes codificando con el codec G.729.

¹¹ Fuente: <http://www.digium.com> al 10 de marzo del 2008

Cisco Call Manager

El sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco que incluye productos y aplicaciones de comunicaciones IP, permite a las organizaciones comunicarse con mayor eficacia, por lo que les ayuda a simplificar los procesos de negocios, contar con el recurso adecuado desde el inicio y tener impacto en los resultados. El portafolio de productos de Comunicaciones Unificadas de Cisco forma parte integral de la solución de Comunicaciones para empresas de Cisco, una solución integrada para las organizaciones de todos los tamaños que también incluye productos de infraestructura de red, seguridad y administración de la red, conectividad inalámbrica y la solución de servicios basados en el ciclo de vida útil, además de opciones flexibles de implementación y administración, y aplicaciones de comunicaciones de otros fabricantes.

El software Cisco Unified CallManager es el componente para el procesamiento de llamadas del sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco. Cisco Unified CallManager extiende las funciones y las capacidades de telefonía empresarial a los dispositivos de redes de telefonía por paquetes, tales como teléfonos IP, dispositivos de procesamiento de medios, gateways de voz sobre IP (VoIP) y aplicaciones de multimedia. Los servicios adicionales como la mensajería unificada, las conferencias multimedia, los centros de contactos de colaboración y los sistemas de respuesta multimedia interactivos son posibles a través de las API abiertas de Cisco Unified CallManager. Cuenta con un conjunto de aplicaciones de voz y utilitarios integrados, e incluye la consola de Cisco Unified CallManager Attendant, una aplicación para realizar conferencias ad-hoc, la herramienta de administración por lotes de Cisco Unified CallManager, la herramienta de análisis y creación de informes de CDR (registro de detalles de llamada) de Cisco Unified CallManager, la herramienta de supervisión en tiempo real de Cisco Unified CallManager y la aplicación Cisco Unified CallManager Assistant.

Cisco Unified CallManager 5.0 es una solución de procesamiento de llamadas de telefonía IP de empresa que es escalable, distribuible y sumamente disponible. Varios servidores Cisco Unified CallManager se agrupan y se administran como una sola entidad en una red IP, una capacidad distintiva en la industria, que proporciona escalabilidad de 1 a 30.000 teléfonos IP por grupo, equilibrio de carga y redundancia de servicios de procesamiento de llamadas. El entrelazado de varios grupos permite aumentar la capacidad del sistema hasta 1 millón de usuarios en un sistema de más de 100 sitios. El agrupamiento aumenta la potencia de varias instalaciones distribuidas de Cisco Unified CallManager, lo que permite incrementar la accesibilidad de los servicios para teléfonos, gateways y aplicaciones, mientras que la redundancia triple de los servidores de procesamiento de llamadas mejora la disponibilidad general del sistema.

El control de admisión de llamadas (CAC) ayuda a garantizar que la calidad de servicio (QoS) de voz se conserve en todos los enlaces WAN restringidos, y desvía automáticamente las llamadas a rutas alternativas de la red de telefonía pública conmutada (PSTN) cuando no se dispone de ancho de banda WAN. Una interfaz Web a la base de datos de configuración permite configurar el sistema y el dispositivo de manera remota. La ayuda en línea basada en HTML está a disposición de los usuarios y administradores.

Todas las actividades de administración del sistema, como el control del espacio en el disco, la supervisión del sistema y las actualizaciones, están automatizadas o se controlan a través de la GUI. La interfaz del Protocolo simple de administración de redes (SNMP) ha agregado una MIB de rendimiento de Syslog general, la interfaz de mantenimiento tiene contadores específicos para el dispositivo en los instrumentos y la interfaz de programación ha añadido la capacidad de ejecutar comandos para insertar/actualizar/eliminar bases de datos. Para aumentar aún más la seguridad, Cisco Security Agent para Unified CallManager viene ya cargado en el dispositivo. Se ha agregado un firewall basado en host, junto con conectividad de seguridad IP (IPSec) entre todos los integrantes del

grupo. El soporte de SIP (protocolo de inicio de sesión) ha sido ampliado en Cisco Unified CallManager 5.0 con soporte de dispositivos de lado de línea, incluidos los dispositivos que cumplen con IETF RFC 3261 de Cisco y otros fabricantes. Los dispositivos compatibles con SIP de Cisco incluyen los teléfonos IP Cisco Unified 7905G, 7912G, 7940G y 7960G. SIP también está disponible en los teléfonos IP Cisco Unified 7911G, 7941G, 7941G-GE, 7961G, 7961G-GE, 7970G y 7971G-GE.

La interfaz de enlace troncal SIP ha sido mejorada para cumplir con RFC 3261, lo que permite admitir videollamadas a través del enlace SIP y mejorar la compatibilidad de las aplicaciones y conferencias cuando se usan con Cisco Unity® y Cisco Unified MeetingPlace. Cisco Unified CallManager 5.0 admite la capacidad del agente RSVP (protocolo de reserva). El agente RSVP en un router de Cisco extiende la capacidad CAC más allá de una topología radial (hub-and-spoke) dentro de un grupo. Ahora las llamadas se pueden enrutar directamente entre dos ubicaciones sin tener que atravesar el hub, lo que permite tener topologías de red alternativas y usar las redes de manera más eficiente. Cisco Unified CallManager 5.0 ahora incluye los idiomas japonés, coreano y chino (tradicional y simplificado).

SNMP ya está disponible para administrar Cisco Unified CallManager. Esto permite que los administradores definan y reporten interrupciones en condiciones que podrían afectar el servicio y enviarlas a los sistemas de supervisión remotos. Además, con Cisco Unified CallManager 5.0, hay nuevas funciones de administración tales como la capacidad de agregar usuarios con más rapidez, organizar y reorganizar líneas, copiar estaciones y administrar grupos de presencia. Cisco Unified CallManager permite elegir el sistema operativo, ya sea un servidor basado en Windows (versión 4.x) o el modelo de dispositivo (versión 5.0). Los paquetes que incluye la solución son:

- Cisco Unified CallManager versión 5.0: aplicación de procesamiento y de control de llamadas.

- Base de datos de configuración de Cisco Unified CallManager versión 5: contiene información de configuración del sistema y del dispositivo, incluido el plan de marcación.
- Software de administración Cisco Unified CallManager.
- Herramienta de análisis y creación de informes CDR (CAR) de Cisco Unified CallManager: proporciona informes para llamadas basadas en CDR que incluyen llamadas por usuario, llamadas a través de gateways, calidad de llamada simplificada y un mecanismo de búsqueda de CDR. Además, CAR de Cisco Unified CallManager ofrece administración limitada de base de datos; por ejemplo, la eliminación de registros según el tamaño de la base de datos.
- Herramienta de administración por lotes (BAT) de Cisco Unified CallManager: permite a los administradores realizar operaciones por lotes para agregar, eliminar y actualizar dispositivos y usuarios.
- Cisco Unified CallManager Attendant Console: permite que una recepcionista conteste y transfiera/envíe las llamadas dentro de una organización. El asistente puede instalar la consola de operadora, una aplicación cliente-servidor, en una PC con Windows 2000 o Windows XP. La consola de operadora se conecta con el servidor Cisco Telephony Call Dispatcher (TC) para servicios de conexión, estado de línea y servicios de directorio. Varias consolas de operadora pueden conectarse a un solo servidor Cisco TCD.
- Herramienta de supervisión en tiempo real (RTMT) de Cisco Unified CallManager: una herramienta cliente que supervisa el comportamiento en tiempo real de los componentes de un grupo de Cisco Unified CallManager.
- Puente para conferencias de Cisco: proporciona recursos de software para puentes de conferencia para Cisco Unified CallManager.
- Cisco Unified IP Phone Address Book Synchronizer: permite que los usuarios sincronicen las libretas de direcciones de Microsoft Outlook u Outlook Express con la libreta de direcciones personal de Cisco. Después de instalar y configurar la libreta de direcciones personal de

Cisco, los usuarios pueden acceder a esta función desde el sitio web de configuración de teléfonos IP Cisco Unified.

- Cisco Unified CallManager Locale Installer: proporciona ajustes regionales de usuario y de red para Cisco Unified CallManager con el fin de agregar compatibilidad con otros idiomas que no sean el inglés. Los ajustes regionales permiten que los usuarios vean el texto traducido, tengan tonos de teléfono específicos para un país y reciban indicaciones TAPS en el idioma de su selección cuando trabajan con interfaces compatibles. Esta aplicación se puede descargar del sitio web de Cisco cuando se necesite.
- Cisco Unified CallManager JTAPI: este plug-in se instala en todas las computadoras que sirvan de host para aplicaciones que interactúan con Cisco Unified CallManager mediante una API de telefonía Java (JTAPI)
- Proveedor de servicios de telefonía Cisco Unified CallManager: contiene el proveedor de servicios (TSP) de API de telefonía (TAPI) de Cisco y los controladores Cisco Wave Drivers que permiten a las aplicaciones TAPI realizar y recibir llamadas en el sistema de telefonía IP de Cisco.
- Analizador de número marcado de Cisco: herramienta de capacidad de servicio que analiza el plan de marcación para números específicos.
- Cisco Unified CallManager Assistant: proporciona funciones de administración junto con páginas web de administración para una mejor gestión de las llamadas.

VoIP GSM Gateway - HG-1600V Series

El equipo VoIP GSM Gateway - HG-1600V Series 8 Channels es parte del grupo de productos VoIP GSM Gateway - Fast Start Series que incluye:

- 8 puertos VoIP / GSM
- Hasta 4 SIMs por puerto del GSM
- Grupos avanzados de LCR & Routing
- Dirección IP y restricciones para DDI
- SIM cards remotas y recargables
- Uso GSM worldwide (850/1900 or 900/1800)
- Manejó y Control WEB
- Asistencia remota

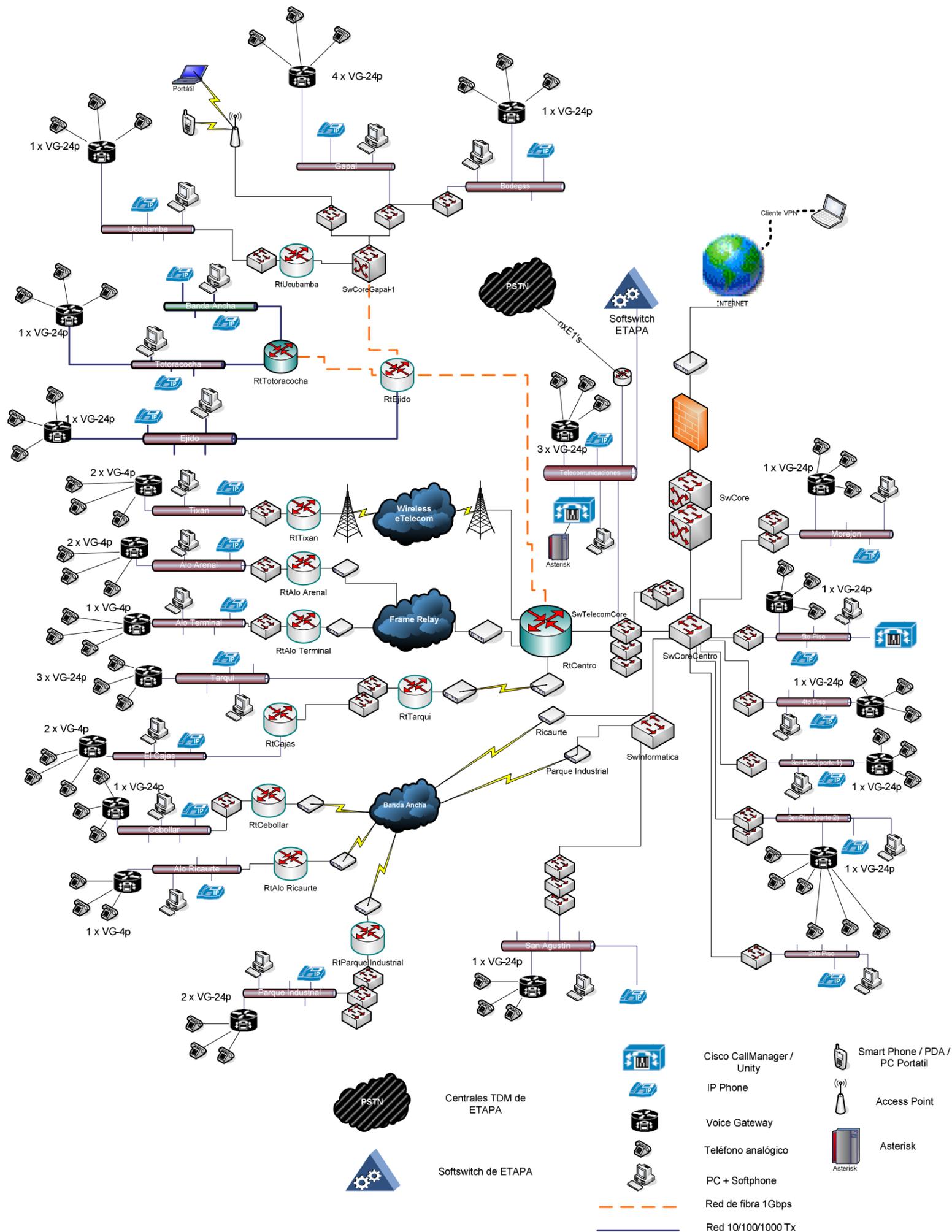
Configuración del sistema HG-1600V VoIP/GSM + 8

Número de parte.	Descripción del artículo	Cantidad
R19-3U	19" 3U rack-mountable with single 110-220Vac with MG11	1
HMC-1	Hyper Management & Console SW – Basic	1
PM-11	Remote IP Management Slot Module - R-IP	-
PRI-11	E1/T1-PRI Slot Module	-
MV-11	VoIP Board	1
CG41	4xGSM ports with Antenna Combiner	2
MSE	Multi-SIM extended board - 4xSIMs per port	-
AnIn-3m	In-Door 3m Magnetic Antenna	2
AC-2	8:2 Antenas Combinadores	-
AN-Y	Direccional Yaggi antena + 15m Cable	-

C. Diseño de Soluciones

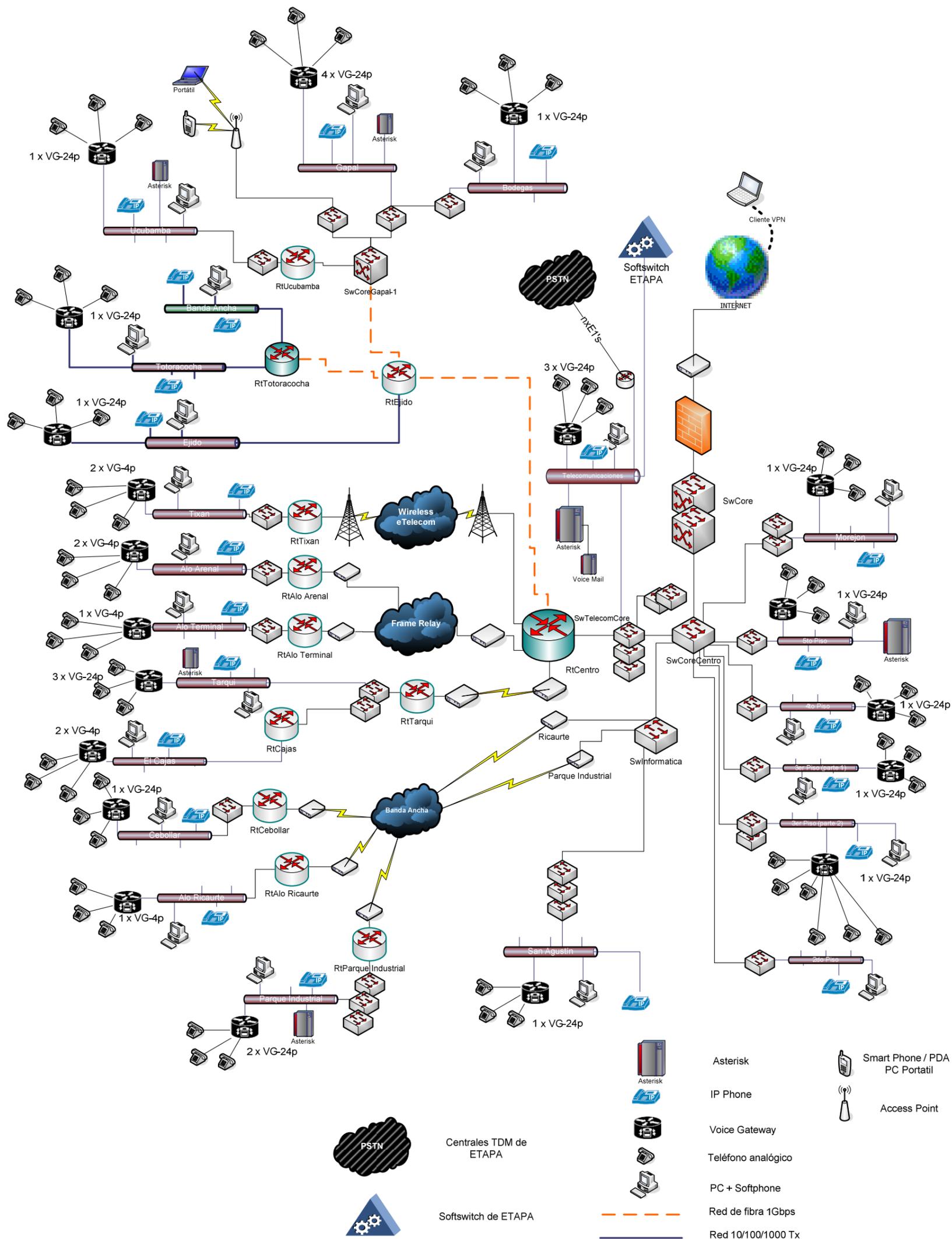
Diseño Completo Solución 1 – Propietaria Cisco

Propuesta de Diseño No. 1



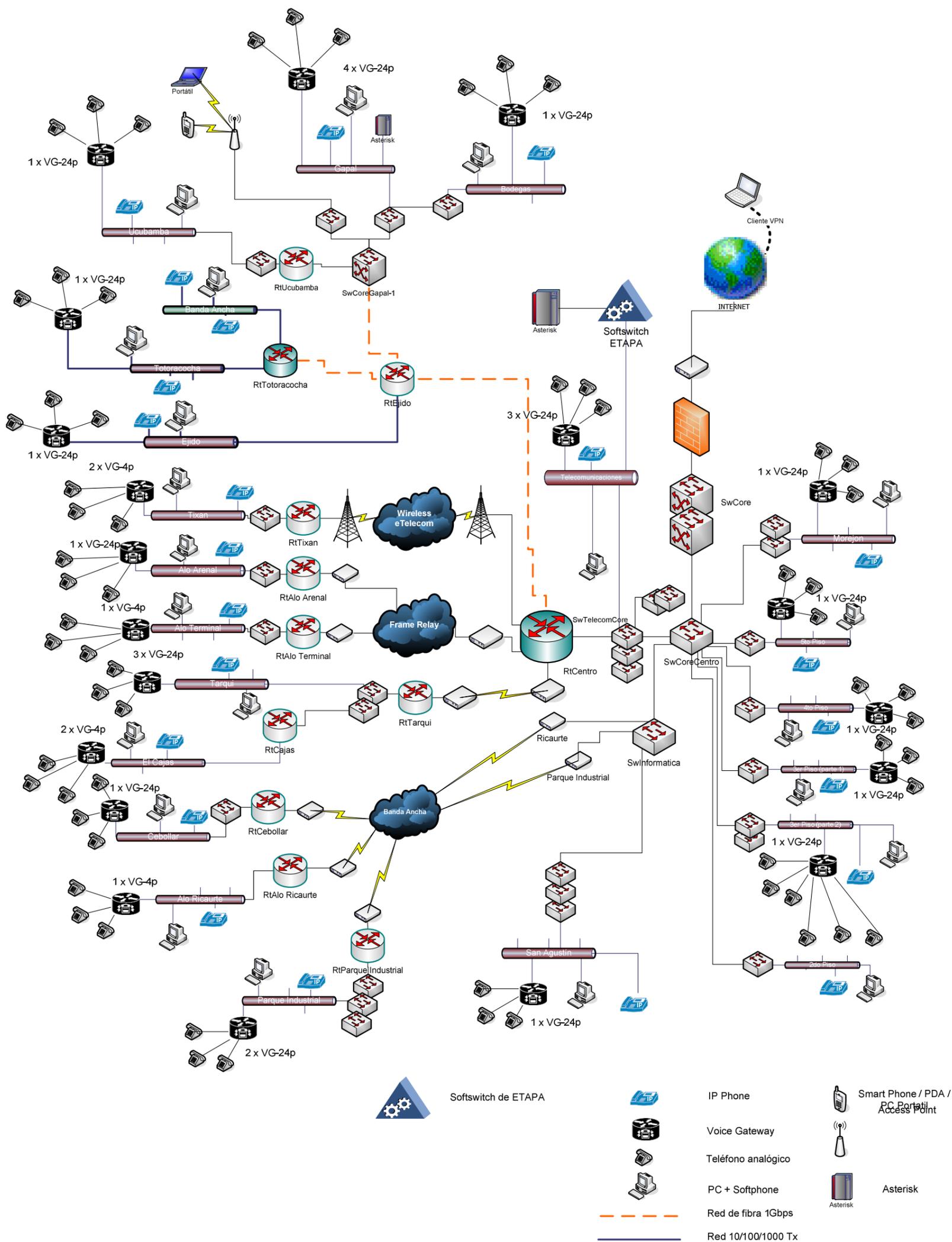
Diseño Completo Solución 2 – Asterisk Linux

Propuesta de Diseño No. 2



Diseño Completo Solución 3 – IP Centrex

Propuesta de Diseño No. 3



D. Análisis Económico de Soluciones

Supuestos utilizados en diversas soluciones

Costo promedio anual de un ingeniero de planta	\$ 12,480.00
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 20.00
Número de años estimados de funcionamiento de la solución	5

Equipamiento Común

Costos del Hardware

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Voice Gateway 4 ptos	10	\$ 300.00	\$ 3,000.00
Voice Gateway 24 ptos	24	\$ 2,400.00	\$ 57,600.00
Vídeo Teléfonos	13	\$ 300.00	\$ 3,900.00
IP Phones	35	\$ 240.00	\$ 8,400.00
Diademas Soft Phones	14	\$ 30.00	\$ 420.00
VoIP GSM Gateway - Fast Start Series	1	\$ 7,700.00	\$ 7,700.00
Total Hardware			\$ 81,020.00

Costos de Instalación

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Instalación de Voice Gateways	1	\$ 4,848.00	\$ 4,848.00
Instalación Teléfonos	1	\$ 1,017.60	\$ 1,017.60
Instalación VoIP GSM Gateway	1	\$ 616.00	\$ 616.00
Total Instalación			\$ 6,481.60

Costos de configuración

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Configuración Voice Gateways	1	\$ 7,272.00	\$ 7,272.00
Configuración Teléfonos	1	\$ 1,526.40	\$ 1,526.40
Configuración VoIP GSM Gateway	1	\$ 924.00	\$ 924.00
Total Configuración			\$ 9,722.40

Costos de Administración

Costo promedio anual de un ingeniero	\$ 12,480.00
Número de Ingenieros	1
Porcentaje del tiempo dedicado a la administración de la solución	20%
Costo Promedio Por Año	\$ 2,496.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 12,480.00

Costos de Operación

Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Número de incidentes promedio al año	56
Tiempo aproximado para resolver la falla (en horas)	2.00
Costo Promedio Por Año	\$ 661.82
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 3,309.09

Costos de Soporte Técnico

Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 20.00
Número de incidentes promedio al año	1404
Tiempo aproximado para dar soporte técnico por incidente (en horas)	0.08
Costo Promedio Por Año	\$ 2,246.40
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 11,232.00

Solución 1. Propietaria Cisco**Costos del Hardware**

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Cisco Call Manager 500 usuarios	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
Servidor IBM 3550	2	\$ 3,211.00	\$ 6,422.00
Total Hardware			\$ 14,422.00

Costos del Software

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Software Control Consumos	1	\$ 10,318.00	\$ 10,318.00
Licencias de SoftPhones	3	\$ 3,337.00	\$ 10,011.00
Total Software			\$ 20,329.00

Costos de Instalación

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Instalación de Hardware	1	\$ 2,780.08	\$ 2,780.08
Total Instalación			\$ 2,780.08

Costos de configuración

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Configuración servidores y HW	1	\$ 4,170.12	\$ 4,170.12
Total Configuración			\$ 4,170.12

Costos de Administración

Costo promedio anual de un ingeniero	\$ 12,480.00
Número de Ingenieros	1
Porcentaje del tiempo dedicado a la administración de la solución	40%
Costo Promedio Por Año	\$ 4,992.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 24,960.00

Costos de Operación

Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Número de incidentes promedio al año	30
Tiempo aproximado para resolver la falla (en horas)	2.00
Costo Promedio Por Año	\$ 354.55
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 1,772.73

Costos de Soporte Técnico

Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 5.00
Número de incidentes promedio al año	320
Tiempo aproximado para dar soporte técnico por incidente (en horas)	0.08
Costo Promedio Por Año	\$ 128.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 640.00

Solución 2. Asterisk Linux

Costos del Hardware			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Servidor IBM 3550	7	\$ 3,211.00	\$ 22,477.00
Total Hardware			\$ 22,477.00

Costos de Instalación			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Instalación de HW	1	\$ 1,798.16	\$ 1,798.16
Total Instalación			\$ 1,798.16

Costos de configuración			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Configuración servidores y HW	1	\$ 2,697.24	\$ 2,697.24
Total Configuración			\$ 2,697.24

Costos de Administración	
Costo promedio anual de un ingeniero	\$ 12,480.00
Número de Ingenieros	1
Porcentaje del tiempo dedicado a la administración de la solución	50%
Costo Promedio Por Año	\$ 6,240.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 31,200.00

Costos de Operación	
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Número de incidentes promedio al año	92
Tiempo aproximado para resolver la falla (en horas)	3.00
Costo Promedio Por Año	\$ 1,630.91
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 8,154.55

Costos de Soporte Técnico	
Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 5.00
Número de incidentes promedio al año	290
Tiempo aproximado para dar soporte técnico por incidente (en horas)	0.08
Costo Promedio Por Año	\$ 116.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 580.00

Solución 3. IP Centrex

Costos del Hardware			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Servidor IBM 3550	2	\$ 3,211.00	\$ 6,422.00
Total Hardware			\$ 6,422.00

Costos del Software			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Licencias Centrex por puerto	475	\$ 2.40	\$ 1,140.00
Total Software			\$ 1,140.00

Costos de Instalación			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Instalación de HW	1	\$ 604.96	\$ 604.96
Total Instalación			\$ 604.96

Costos de configuración			
Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Configuración servidores y HW	1	\$ 907.44	\$ 907.44
Total Configuración			\$ 907.44

Costos de Administración	
Costo promedio anual de un ingeniero	\$ 12,480.00
Número de Ingenieros	1
Porcentaje del tiempo dedicado a la administración de la solución	30%
Costo Promedio Por Año	\$ 3,744.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 18,720.00

Costos de Operación	
Costo promedio por hora de un ingeniero de planta	\$ 5.91
Número de incidentes promedio al año	26
Tiempo aproximado para resolver la falla (en horas)	2.00
Costo Promedio Por Año	\$ 307.27
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 1,536.36

Costos de Soporte Técnico

Costo promedio por hora de un ingeniero de soporte	\$ 5.00
Número de incidentes promedio al año	180
Tiempo aproximado para dar soporte técnico por incidente (en horas)	0.08
Costo Promedio Por Año	\$ 72.00
Número de años de la solución	5
Costo estimado en el tiempo de vida de la solución	\$ 360.00

E. Análisis de Retorno de Inversión

BENEFICIOS		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - BENEFICIOS DIRECTOS						
A	Incremento de ingresos					
	Ventas de líneas	\$40,000.0				
	Consumo por tráfico	\$46,080.0	\$47,462.4	\$48,886.3	\$50,352.9	\$51,863.4
B	Reducción de costos					
	Ahorro en llamadas locales	\$12,379.3	\$16,464.5	\$21,897.7	\$29,124.0	\$38,734.9
	Ahorro en llamadas celulares	\$41,075.1	\$44,771.8	\$48,801.3	\$53,193.4	\$57,980.8
	Ahorro en llamadas nacionales	\$2,024.2	\$2,874.4	\$4,081.7	\$5,796.0	\$8,230.3
C	Costos evitados					
2 - BENEFICIOS INDIRECTOS						
D	Incremento de ingresos					
	Movilidad	\$1,200.0	\$1,200.0	\$1,200.0	\$1,200.0	\$1,200.0
E	Reducción de costos					
	Transporte	\$1,701.8	\$1,701.8	\$1,701.8	\$1,701.8	\$1,701.8
F	Costos evitados					
	Productividad	\$4,590.0	\$4,590.0	\$4,590.0	\$4,590.0	\$4,590.0
	Búsqueda de información	\$31,600.8	\$31,600.8	\$31,600.8	\$31,600.8	\$31,600.8
3	-					
TOTAL		\$180,651.2	\$150,665.7	\$162,759.6	\$177,558.8	\$195,902.1

Solución 1. Propietaria Cisco

COSTOS		Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - COSTOS INICIALES							
1	Equipamiento						
	Hardware	\$95,442.0					
	Software	\$20,329.0					
2	Servicios						
	Instalación	\$9,261.7					
	Configuración	\$13,892.5					
2 - COSTOS DIRECTOS							
I	Costos de Utilización						
	Administración		\$37,440.0	\$37,440.0	\$37,440.0	\$37,440.0	\$37,440.0
	Operación		\$5,081.8	\$5,081.8	\$5,081.8	\$5,081.8	\$5,081.8
	Soporte		\$11,872.0	\$11,872.0	\$11,872.0	\$11,872.0	\$11,872.0
J	Costos Recurrentes						
	Enlaces de datos		\$4,116.0	\$3,498.6	\$2,973.8	\$2,527.7	\$2,148.6
	Llamadas locales		\$3,094.8	\$4,116.1	\$5,474.4	\$7,281.0	\$9,683.7
	Llamadas a celular		\$27,383.4	\$29,847.9	\$32,534.2	\$35,462.3	\$38,653.9
	Llamadas nacional y regional		\$867.5	\$1,231.9	\$1,749.3	\$2,484.0	\$3,527.3
3 - COSTOS INDIRECTOS							
I	Costos de oficina						
	Cables conexión		\$200.0				
	Electricidad		\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0
J	Costos financieros						
	Depreciaciones		\$16,225.1	\$16,225.1	\$16,225.1	\$16,225.1	\$16,225.1
	Amortizaciones		\$3,252.6	\$3,252.6	\$3,252.6	\$3,252.6	\$3,252.6
4 - TOTAL		\$138,925	\$109,683	\$ 112,716	\$ 116,753	\$121,777	\$ 128,035

MODELO TIR	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - TASA DE DESCUENTO						
A Factor de descuento	1.00	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62
2 - BENEFICIOS						
B Total de Beneficios Directos		\$141,559	\$111,573	\$123,667	\$138,466	\$156,809
C Total de Beneficios Indirectos		\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093
D Beneficios Anuales		\$180,651	\$150,666	\$162,760	\$177,559	\$195,902
E Beneficios Acumulados		\$180,651	\$331,317	\$494,077	\$671,635	\$867,537
F Valor descontado anual = PV(B)		\$164,228	\$124,517	\$122,284	\$121,275	\$121,640
3 - COSTOS						
G Total de Costos Iniciales	\$138,925					
H Total de Costos Directos	\$0	\$89,856	\$93,088	\$97,126	\$102,149	\$108,407
I Total de Costos Indirectos	\$0	\$19,828	\$19,628	\$19,628	\$19,628	\$19,628
J Costos Anuales	\$138,925	\$109,683	\$112,716	\$116,753	\$121,777	\$128,035
K Costos Acumulados	\$138,925	\$248,609	\$361,325	\$478,078	\$599,855	\$727,890
L Costo descontado anual = PV(E)	\$138,925	\$226,008	\$298,615	\$359,187	\$409,709	\$451,962
4 - VALOR NETO						
M Valor Neto Anual = (B-E)	-\$138,925	\$70,968	\$37,950	\$46,006	\$55,782	\$67,867
N Total Acumulado	-\$138,925	-\$67,957	-\$30,008	\$15,999	\$71,781	\$139,648
O Costo descontado anual = PV(H)	-\$138,925	\$64,516	\$31,363	\$34,565	\$38,100	\$42,140
5 - AJUSTE DE RIESGOS						
P Beneficios anuales	\$0	\$144,521	\$120,533	\$130,208	\$142,047	\$156,722
Q Beneficio descontado anual	\$0	\$601,180	\$1,137,174	\$1,618,747	\$2,085,285	\$2,475,494
R Costo anual	\$145,871	\$115,167	\$118,352	\$122,591	\$127,865	\$134,437
S Costo descontado anual	\$145,871	\$104,698	\$97,811	\$92,104	\$87,334	\$83,475
T Valor Neto	-\$145,871	\$29,353	\$2,181	\$7,617	\$14,182	\$22,285
U Valor neto descontado	-\$145,871	\$496,483	\$1,039,363	\$1,526,643	\$1,997,951	\$2,392,019
6. RESULTADOS						
TIR por año = N/K	-100.0%	25.5%	1.8%	6.2%	11.1%	16.6%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom (K)	-9.2%	-9.2%	-9.2%	-9.2%	-9.2%	-9.2%
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)	1195.3%					
Incremento de los Beneficios	104.1%					
Decremento en Costos	96.0%					

Solución 2. Asterix Linux

COSTOS		Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - COSTOS INICIALES							
1	Equipamiento						
	Hardware	\$103,497.0					
	Software	\$0.0					
2	Servicios						
	Instalación	\$8,279.8					
	Configuración	\$12,419.6					
2 - COSTOS DIRECTOS							
I	Costos de Utilización						
	Administración		\$43,680.0	\$43,680.0	\$43,680.0	\$43,680.0	\$43,680.0
	Operación		\$11,463.6	\$11,463.6	\$11,463.6	\$11,463.6	\$11,463.6
	Soporte		\$11,812.0	\$11,812.0	\$11,812.0	\$11,812.0	\$11,812.0
J	Costos Recurrentes						
	Enlaces de datos		\$4,116.0	\$3,498.6	\$2,973.8	\$2,527.7	\$2,148.6
	Llamadas locales		\$3,094.8	\$4,116.1	\$5,474.4	\$7,281.0	\$9,683.7
	Llamadas a celular		\$27,383.4	\$29,847.9	\$32,534.2	\$35,462.3	\$38,653.9
	Llamadas nacional y regional		\$867.5	\$1,231.9	\$1,749.3	\$2,484.0	\$3,527.3
3 - COSTOS INDIRECTOS							
I	Costos de oficina						
	Cables conexión		\$200.0				
	Electricidad		\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0
J	Costos financieros						
	Depreciaciones		\$17,594.5	\$17,594.5	\$17,594.5	\$17,594.5	\$17,594.5
	Amortizaciones		\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
4 - TOTAL		\$ 124,196	\$ 120,362	\$ 123,395	\$ 127,432	\$ 132,455	\$ 138,714

MODELO TIR	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - TASA DE DESCUENTO						
A Factor de descuento	1.00	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62
2 - BENEFICIOS						
B Total de Beneficios Directos		\$141,559	\$111,573	\$123,667	\$138,466	\$156,809
C Total de Beneficios Indirectos		\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093
D Beneficios Anuales		\$180,651	\$150,666	\$162,760	\$177,559	\$195,902
E Beneficios Acumulados		\$180,651	\$331,317	\$494,077	\$671,635	\$867,537
F Valor descontado anual = PV(B)		\$164,228	\$124,517	\$122,284	\$121,275	\$121,640
3 - COSTOS						
G Total de Costos Iniciales	\$124,196					
H Total de Costos Directos	\$0	\$102,417	\$105,650	\$109,687	\$114,711	\$120,969
I Total de Costos Indirectos	\$0	\$17,944	\$17,744	\$17,744	\$17,744	\$17,744
J Costos Anuales	\$124,196	\$120,362	\$123,395	\$127,432	\$132,455	\$138,714
K Costos Acumulados	\$124,196	\$244,558	\$367,953	\$495,385	\$627,840	\$766,553
L Costo descontado anual = PV(E)	\$124,196	\$222,326	\$304,093	\$372,190	\$428,823	\$475,969
4 - VALOR NETO						
M Valor Neto Anual = (B-E)	-\$124,196	\$60,289	\$27,271	\$35,328	\$45,104	\$57,188
N Total Acumulado	-\$124,196	-\$63,907	-\$36,636	-\$1,308	\$43,796	\$100,984
O Valor descontado anual = PV(H)	-\$124,196	\$54,809	\$22,538	\$26,542	\$30,806	\$35,510
5 - AJUSTE DE RIESGOS						
P Beneficios anuales	\$0	\$144,521	\$120,533	\$130,208	\$142,047	\$156,722
Q Beneficio descontado anual	\$0	\$601,180	\$1,137,174	\$1,618,747	\$2,085,285	\$2,475,494
R Costo anual	\$130,406	\$126,380	\$129,564	\$133,803	\$139,078	\$145,649
S Costo descontado anual	\$130,406	\$114,891	\$107,078	\$100,529	\$94,992	\$90,437
T Valor Neto	-\$130,406	\$18,141	-\$9,032	-\$3,596	\$2,969	\$11,072
U Valor neto descontado	-\$130,406	\$486,290	\$1,030,096	\$1,518,218	\$1,990,292	\$2,385,057
6. RESULTADOS						
TIR por año = N/K	-100.0%	14.4%	-7.0%	-2.7%	2.1%	7.6%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom (K)	-13.8%	-13.8%	-13.8%	-13.8%	-13.8%	-13.8%
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)	1140.4%					
Incremento de los Beneficios	109.7%					
Decremento en Costos	91.2%					

Solución 3. IP Centrex

COSTOS		Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - COSTOS INICIALES							
1	Equipamiento						
	Hardware	\$87,442.0					
	Software	\$1,140.0					
2	Servicios						
	Instalación	\$7,086.6					
	Configuración	\$10,629.8					
2 - COSTOS DIRECTOS							
I	Costos de Utilización						
	Administración		\$31,200.0	\$31,200.0	\$31,200.0	\$31,200.0	\$31,200.0
	Operación		\$4,845.5	\$4,845.5	\$4,845.5	\$4,845.5	\$4,845.5
	Soporte		\$11,592.0	\$11,592.0	\$11,592.0	\$11,592.0	\$11,592.0
J	Costos Recurrentes						
	Enlaces de datos		\$4,116.0	\$3,498.6	\$2,973.8	\$2,527.7	\$2,148.6
	Llamadas locales		\$3,094.8	\$4,116.1	\$5,474.4	\$7,281.0	\$9,683.7
	Llamadas a celular		\$27,383.4	\$29,847.9	\$32,534.2	\$35,462.3	\$38,653.9
	Llamadas nacional y regional		\$867.5	\$1,231.9	\$1,749.3	\$2,484.0	\$3,527.3
3 - COSTOS INDIRECTOS							
I	Costos de oficina						
	Cables conexión		\$200.0				
	Electricidad		\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0	\$150.0
J	Costos financieros						
	Depreciaciones		\$14,865.1	\$14,865.1	\$14,865.1	\$14,865.1	\$14,865.1
	Amortizaciones		\$182.4	\$182.4	\$182.4	\$182.4	\$182.4
4 - TOTAL		\$ 106,298	\$ 98,497	\$ 101,529	\$ 105,567	\$ 110,590	\$ 116,848

MODELO TIR	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1 - TASA DE DESCUENTO						
A Factor de descuento	1.00	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62
2 - BENEFICIOS						
B Total de Beneficios Directos		\$141,559	\$111,573	\$123,667	\$138,466	\$156,809
C Total de Beneficios Indirectos		\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093	\$39,093
D Beneficios Anuales		\$180,651	\$150,666	\$162,760	\$177,559	\$195,902
E Beneficios Acumulados		\$180,651	\$331,317	\$494,077	\$671,635	\$867,537
F Valor descontado anual = PV(B)		\$164,228	\$124,517	\$122,284	\$121,275	\$121,640
3 - COSTOS						
G Total de Costos Iniciales	\$106,298					
H Total de Costos Directos	\$0	\$83,099	\$86,332	\$90,369	\$95,392	\$101,651
I Total de Costos Indirectos	\$0	\$15,398	\$15,198	\$15,198	\$15,198	\$15,198
J Costos Anuales	\$106,298	\$98,497	\$101,529	\$105,567	\$110,590	\$116,848
K Costos Acumulados	\$106,298	\$204,795	\$306,325	\$411,891	\$522,481	\$639,330
L Costo descontado anual = PV(E)	\$106,298	\$186,177	\$253,161	\$309,460	\$356,862	\$396,973
4 - VALOR NETO						
M Valor Neto Anual = (B-E)	-\$106,298	\$82,155	\$49,136	\$57,193	\$66,969	\$79,054
N Total Acumulado	-\$106,298	-\$24,144	\$24,992	\$82,185	\$149,154	\$228,208
O Costo descontado anual = PV(H)	-\$106,298	\$74,686	\$40,608	\$42,970	\$45,741	\$49,086
5 - AJUSTE DE RIESGOS						
P Beneficios anuales	\$0	\$144,521	\$120,533	\$130,208	\$142,047	\$156,722
Q Beneficio descontado anual	\$0	\$601,180	\$1,137,174	\$1,618,747	\$2,085,285	\$2,475,494
R Costo anual	\$111,613	\$103,422	\$106,606	\$110,845	\$116,119	\$122,691
S Costo descontado anual	\$111,613	\$94,020	\$88,104	\$83,280	\$79,311	\$76,181
T Valor Neto	-\$111,613	\$41,099	\$13,927	\$19,363	\$25,928	\$34,031
U Valor neto descontado	-\$111,613	\$507,161	\$1,049,070	\$1,535,467	\$2,005,973	\$2,399,312
6. RESULTADOS						
TIR por año = N/K	-100.0%	39.7%	13.1%	17.5%	22.3%	27.7%
TIR Promedio = Prom(N)/Prom (K)	3.4%	3.4%	3.4%	3.4%	3.4%	3.4%
TIR al Valor Presente = SUM(P)/SUM(M)	1386.9%					
Incremento de los Beneficios	91.5%					
Decremento en Costos	109.3%					

F. Esquema de Licenciamiento Cisco

CCM Node License Feature

Type of Licensed Device	Units Consumed per Device
CCM Node	1
Total CCM Node	1

License Units Used:

Phone License Feature

Type of Licensed Device	Units Consumed per Device
Cisco 7902	1
Cisco ATA 186	1
Cisco 7905	2
Cisco 7910	2
Cisco 7912	3
Cisco 7935	3
Cisco 7936	3
Cisco IP Communicator	3
Cisco 7920	4
Cisco 7940	4
Cisco 7941	4
Cisco 7960	4
Cisco 7961	4
Cisco 7970	5
Cisco 7971	5
Cisco 7941G-GE	4
Cisco 7961G-GE	4
Cisco 7985	6
Cisco 7911	3
H.323 Client	2
CTI Port	0
Other Phone	5
IP-STE	6
Motorola CN622	4
Cisco 12 S	2
Cisco 12 SP	2
Cisco 12 SP+	2
Cisco 30 SP+	2
Cisco 30 VIP	2
Cisco VGC Phone	0
Cisco VGC Virtual Phone	0
Analog Phone	0
Cisco 7906	2
Cisco Unified Presence Server	1

Type of Licensed Device	Units Consumed per Device
End User Feature License	
Cisco Unified Personal Client End User Feature License	1
Cisco 7921	4
Cisco 3951	3
Third-party SIP Device (Basic)	3
Third-party SIP Device (Advanced)	6
Cisco TelePresence	6
Cisco 7962	4
Cisco 7942	4
Cisco 7945	4
Cisco 7965	4
Cisco 7937	3
Cisco 7975	5
Cisco Unified Personal Communicator	3
Cisco 3911	2

G. Proformas

Desca		CISCO PARTNER		Guayaquil, 20 de Marzo del 2007	
The Networking Company		Gold Partner		Señores: ETAPA	
				Atención: Ing. Luis Espinoza	
				Cotización No.: DSC-200307-(1) SOLUCION IPT CISCO	
Estimado Luis:					
Atendiendo tu gentil solicitud, nos permitimos ofrecer una Solución de Telefonía IP con equipos de nuestra representada CISCO Systems.					
Item	N° Producto	Descripción	Unidad	Precio Unitario Dolares	Precio Sub-Total Dolares
GATEWAYS VoIP					
1	VG224-4PACK	4 Pack of VG224 High Density Analog Gateway	6	0.00	0.00
2	VG224-MP	VG224 for MultiPack	24	2,875.00	69,000.00
3	SVGVG-12410	Cisco VG200 Series IP SUBSETVOICE	24	0.00	0.00
4	CAB-AC	Power Cord, 110V	24	0.00	0.00
5	MEM-224-1X64F-U	64MB Flash Memory for VG224 (Factory Upgrade)	24	0.00	0.00
6	MEM-224-1X128D-U	128MB DRAM Memory for VG224 (Factory Upgrade)	24	0.00	0.00
TELEFONOS VoIP					
1	CP-7940G	Cisco IP Phone 7940G, Global	64	185.00	11,840.00
2	SW-CCM-UL-7940	CallManager Unit license for single 7940 IP phone	64	140.00	8,960.00
CONTRATOS DE SOPORTE ANUAL 24x7x4					
1	CON-CS3PE-VG224-MP	SHARED SUPP 8X8X4 VG224 for MultiPack	24	121.00	2,904.00
2	CON-CS3PE-CP7940	Shared Support 8x8x4, IP Phone 7940, Bus Sol (w/ User Lic)	64	10.00	640.00
Sub-Total Calculado en Dolares					93,344.00
Costos de Instalación, Documentación y Entrenamiento de la Plataforma de Telefonía IP					
Item	N° Producto	Descripción	Unidad (Horas)	Precio Unitario Dolares	Precio Sub-Total Dolares
Servicios varios					
1	INST-DES-CIS	La Instalación de los equipos y la solución, incluye: Telefonía Capacitación Básica en sitio durante la Instalación	36 3	\$ 100.00 \$ 100.00	3,600.00 300.00
Sub-Total Calculado en Dolares					3,900.00
Sub-Total Servicios					3,900.00
TOTAL LOCAL DE SOLUCION					97,244.00
DE TELEFONIA IP CISCO (USD)					
Notas:					
1.- Tiempo de entrega : 6 a 8 semanas para la entrega de los equipos, despues de recibido el anticipo correspondiente, 1 semana adicional para la Instalación de la solución (siempre y cuando se cuente con la colaboración de ETAPA en todos los sitios donde se instalará esta solución ofrecida).					
2.- La orden de Compra debe salir a Nombre de DESCASERV ECUADOR S.A.					
3.- El pago de los equipos se realizará 60% como anticipo, 40% a la firma del Acta de Recepción Definitiva.					
4.- Esta propuesta tiene una validez de 30 días calendario					
5.- Soporte. Los equipos ofertados cuentan con una garantía Shared Support 24x7x4 de 1 año proporcionada por Desca, como Gold Partner, la cual es similar a la garantía SmartNet 24x7x4 de CISCO.					
6. Término del Contrato Compra Ventas					
DDP Cuenca					
7.- Los equipos serán remitidos con la factura sin implicar que esto modifique las condiciones de pago de equipos y servicios					
8.- A estos precios se les debe aumentar el impuesto al Valor Agregado.					
Muy Atentamente,					
Por Desca					
			Por el Cliente		



Cotizacion: 4074

Fecha: 24/02/2007
 Cliente: ETAPA
 Atención: ING. FELIPE CORDERO
 Dirección: BENIGNO MALO ENTRE SUCRE Y PSDT. CORDOVA
 Tlf: 831-900 Fax 843-004

Ruc: 0160001160001

Observación: SOLUCION IPBX

Sec.	Descripción del Producto	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
4	24 PORT VOICE OVER IP ANALOG PHONE GATEWAY	3	2.970,00	8.910,00
				Subtotal sin IVA:
				0,00
				Subtotal con IVA:
				8.910,00
				Valor del I.V.A.
				1.069,20
				Total:
				9.979,20

DOLARES

Forma de Pago: ANTICIPO 70% - 30% A LA ENTREGA
 Tiempo de entrega: 30 días
 Validez de la Oferta: 15 días
 Notas: GARANTIA DE UN AÑO SEGÚN POLITICAS DE FABRICANTE
 Cordialmente,

MARCOS LOYOLA
 Gerente Networking
 07-2823464
 mloyola@compuequip.com

Matriz Quito: Gaspar de Villaroel E9-19 y Shyris PBX: 2264-666 Fax: 2466-596
 Guayaquil: Av. Francisco de Orellana y J.T. Marengo Ed. Cofin Planta Baja Telfs: 2647000/ 009/010 2647031/093/067
 Cuenca: Av. Gran Colombia 21-1158 y Unidad Nacional Tel: 823-454
 Ambato: Martínez 0636 y Cevallos, Primer Piso Alto Tel 853-859

visite nuestra página web: www.compuequip.com

Página en blanco intencionalmente