

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA CONEXIÓN DE
LLAMADAS SOBRE INTERNET A LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL
CELULAR GSM PERMITIENDO LA TERMINACIÓN EN DICHA RED**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

MANUEL AGUSTÍN PUMALPA IZA
zed999_999@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO HIDALGO
phidalgo@ieee.org

Quito, Septiembre 2009

DECLARACIÓN

Yo, Manuel Agustín Pumalpa Iza, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Manuel Agustín Pumalpa Iza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Manuel Agustín Pumalpa Iza, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Hidalgo

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A mi familia quienes siempre me han apoyado en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme en mis acciones y a mi familia por su apoyo incondicional.

Un agradecimiento especial al Ing. Pablo Hidalgo por dedicar su tiempo y esfuerzo en el desarrollo de este trabajo.

A todas las personas quienes han confiado en mí, a mis maestros y amigos quienes sin duda han sido una parte fundamental en mi vida.

CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	vi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 Fundamentos teóricos de Telefonía y Voz sobre IP	1
1.1.1 Diferencia existente entre Voz sobre IP y Telefonía IP	1
1.1.2 Ventajas para operadores y empresas	2
1.1.3 Funcionalidad	4
1.1.4 Requerimientos de una red para soportar VoIP	5
1.1.5 Calidad de servicio (QoS)	6
1.1.6 Criterios para mejorar la calidad de servicio	9
1.2 Tipos de protocolos de señalización, voz y control	10
1.2.1 Familia de protocolos TCP/IP	10
1.2.1.1 TCP (<i>Transmission Control Protocol</i>)	11
1.2.1.2 UDP (<i>User Datagram Protocol</i>)	11
1.2.2 Protocolos que transmiten la voz	12
1.2.2.1 <i>Real-time Transport Protocol</i> (RTP)	12
1.2.2.2 <i>Compressed Real-Time Protocol</i> (cRTP)	13
1.2.2.3 <i>RTP Control Protocol</i> (RTCP)	14
1.2.2.4 <i>Secure Real-time Transport Protocol</i> (SRTP)	15
1.2.2.5 RTCP XR	15
1.2.3 Protocolos de señalización y control	16
1.2.3.1 Protocolo H.323	16
1.2.3.1.1 Arquitectura del protocolo H.323	17
1.2.3.1.2 Estándares aplicados a H.323	19
1.2.3.1.3 Flujo de llamadas	24
1.3 Codificadores de audio	27
1.4 Causas de Desconexión	31

1.4.1	Protocolo Q.931 (<i>Digital Subscriber Signaling</i>)	31
1.5	Fundamentos teóricos de la red GSM	32
1.5.1	Introducción a GSM	32
1.5.2	Características	33
1.5.3	Arquitectura de red	34
1.5.4	Canales lógicos GSM	36
1.5.4.1	Canales de tráfico	37
1.5.4.2	Canales de control	37
1.5.5	Tarjeta SIM	38
1.5.5.1	ICCID (<i>International Circuit Card ID</i>)	39
1.5.5.2	IMSI (<i>International Mobile Subscriber Identity</i>)	39
1.5.5.3	<i>Authentication key</i> (Ki)	40
1.5.5.4	<i>Location Area Identity</i> (LAI)	41
1.5.5.5	<i>Personal Identity Number</i> (PIN)	41
1.5.6	Seguridad	42
1.5.7	Procesos de un móvil	43
1.5.7.1	Proceso de activación del móvil	43
1.5.7.2	Proceso de llamada desde el móvil	44
1.5.7.3	Proceso de llamada al móvil	44

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL MERCADO Y REQUERIMIENTOS

2.1	Factibilidad de brindar servicios de terminación celular desde el punto de vista técnico	45
2.2	Requerimientos necesarios para brindar servicios de voz y <i>billing</i>	48
2.2.1	Magnitudes de medida de calidad	49
2.2.1.1	ASR (<i>Answer Seizure Ratio</i>)	50
2.2.1.1	ALOC (<i>Average Length of Call</i>)	51
2.3	Análisis de la reglamentación existente	52
2.3.1	Marco Regulatorio de la República de Ecuador	53
2.3.1.1	Consideraciones para la prestación de servicios de VoIP	54
2.3.1.2	Consideraciones para la Conexión	55
2.3.1.3	Concesión	56
2.3.1.4	Valor de los derechos de concesión	58

2.3.1.5 Tarifas	58
2.3.1.6 Régimen de libre competencia	59
2.3.1.7 Protección de los derechos de los usuarios	61
2.3.1.8 Homologación	61
2.3.1.9 Sanciones	62
2.3.2 Situación en otros países	63
2.3.2.1 Estados Unidos	63
2.3.2.2 Colombia	64
2.3.3 Recomendaciones al Marco Regulatorio del sector de las Telecomunicaciones de la República de Ecuador	64
2.4 Formas de protección por eliminación del registro del SIM Card y Listas Negras	67
2.4.1 IMEI (<i>International Mobile Equipment Identity</i>)	67
2.4.1.1 Estructura del código de IMEI	68
2.4.2 Cancelación del registro	68
2.5 Ancho de banda según el codec y la paquetización a utilizar	70

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

3.1 Estudio de los equipos a usarse, <i>gateway</i> H.323, <i>gateway</i> GSM, bases celulares y equipos móviles	76
3.1.1 Sistema Analógico FXO	78
3.1.1.1 FXO	79
3.1.1.2 Base Celular TECOM	79
3.1.1.3 Inversor de polaridad (<i>Battery Reverse</i>)	80
3.1.1.4 <i>Gateway</i> H.323 Asterisk	80
3.1.2 Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	81
3.1.2.1 Quintum DX2030/DX2060 VoIP <i>Multipath Switch</i>	82
3.1.2.2 Multi-Cell PRI <i>Gateway</i> Eurotech	82
3.1.2.3 E1-PRI GSM-90 ORION	84
3.1.3 Sistema Digital en base a un <i>gateway</i>	84
3.1.3.1 HG-4000 Hypermedia	85
3.1.4 Otros sistemas	86
3.2 Configuración de equipos	87
3.2.1 Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	87

3.2.1.1	Quintum VoIP Multipath Switch	87
3.2.1.1.1	Configuración del sistema	87
3.2.1.1.2	Configuración de la interfaz ethernet	90
3.2.1.1.3	Restricción por dirección IP	91
3.2.1.1.4	Selección del Codec	92
3.2.1.1.5	Configuración del protocolo de señalización	93
3.2.1.1.6	Configuración de las opciones de ruteo	95
3.2.1.1.7	Configuración del Plan de Marcación	97
3.2.1.1.8	Configuración de la interfaz Digital	99
3.2.1.1.9	Asignación de canales	101
3.2.1.1.10	Configuración de los parámetros ISDN	102
3.2.1.1.11	Configuración de la troncal de ruteo	107
3.2.1.1.12	Configuración del CDR (<i>Call Detail Recording</i>)	110
3.2.1.2	Multi-Cell PRI Gateway Eurotech	113
3.2.1.2.1	Configuración de Puertos	113
3.2.1.2.2	Configuración del puerto de la SIM	114
3.2.1.2.3	Configuración de los parámetros ISDN	118
3.2.1.2.4	Configuración del tiempo del Multi-Cell PRI Gateway Eurotech	120
3.2.1.2.5	Configuración de los B-Channel	120
3.2.1.2.6	Configuración del CDR	121
3.2.1.2.7	Monitoreo de llamadas	123
3.3	CDR (<i>Call Detail Recording</i>)	125
3.4	Otras aplicaciones	129
3.4.1	Sistema de votación	130
3.4.2	Sistema de consulta	131

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTOS DE LA RED

4.1	Análisis de costos de los equipos, accesorios y alquiler de servicios de Internet a utilizar en todo el sistema	132
4.1.1	Costo de minutos	132
4.1.2	Equipos para el desarrollo del servicio	135
4.1.3	Inversión	136
4.1.4	Flujo de caja	138

4.2 Presupuesto y retorno de inversión	141
--	-----

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	144
------------------	-----

5.2 Recomendaciones	147
---------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- A. Causas de desconexión de una llamada
- B. Solicitud de servicios de VoIP a un *carrier*
- C. Niveles de RSSI
- D. Registros de llamadas de los equipos
- E. Hojas de datos de los equipos
- F. Definiciones del Marco Regulatorio de Ecuador

GLOSARIO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Pila de Protocolos TCP/IP en VoIP	11
Figura 1.2 Pila de Protocolos para RTP	13
Figura 1.3 Comparación RTP/cRTP	14
Figura 1.4 Conformación del Protocolo H.323	20
Figura 1.5 Establecimiento de llamada H.323	25
Figura 1.6 Señalización de control de llamada H.323	26
Figura 1.7 Fase Audio en una llamada H.323	26
Figura 1.8 Desconexión de llamada H.323	27
Figura 2.1 Estadísticas de la densidad de Telefonía Móvil en Ecuador	46
Figura 2.2 Tráfico Telefónico Internacional en Ecuador	47
Figura 3.1 Enrutamiento de un usuario VoIP	77
Figura 3.2 Enrutamiento de un usuario VoIP a través de un <i>Carrier</i> de VoIP	77
Figura 3.3 Sistema Analógico FXO	78
Figura 3.4 Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	81
Figura 3.5 Sistema Digital en base a un <i>gateway</i>	85
Figura 3.6 Sistema de llamadas a través de la Plataforma de Interconexión	86
Figura 3.7 Parámetros de conexión a través del hyperterminal	88
Figura 3.8 Comandos CLI principales	88
Figura 3.9 Parámetros de la interfaz ethernet en el hyperterminal	89
Figura 3.10 Fecha del sistema	89
Figura 3.11 Parámetros de acceso al Multipath <i>Switch Quintum</i>	90
Figura 3.12 Parámetros de la interfaz ethernet	91
Figura 3.13 Acceso a los canales de voz por dirección IP	91
Figura 3.14 Primer Codec de voz	92
Figura 3.15 Selección del Codec de voz a usar	93
Figura 3.16 Selección del <i>Gateway</i>	94
Figura 3.17 Selección de Protocolos	94
Figura 3.18 Opciones de ruteo	96
Figura 3.19 Opciones avanzadas de ruteo	96
Figura 3.20 Generalidades del <i>Dial Plan</i>	98
Figura 3.21 Construcción del <i>Dial Plan</i>	98

Figura 3.22 Plan de Marcación Porta	99
Figura 3.23 Parámetros de la tarjeta digital	101
Figura 3.24 Canales E1	102
Figura 3.25 Parámetros ISDN	106
Figura 3.26 Selección de las características de la interfaz ISDN a usar	107
Figura 3.27 Características de la troncal usada por la interfaz digital	108
Figura 3.28 Forma de detección de fin de dígitos marcados	109
Figura 3.29 Elección del Plan de Marcación	109
Figura 3.30 Elección de la interfaz digital asociada a la troncal	110
Figura 3.31 Parámetros de acceso al CDR	111
Figura 3.32 Parámetros de conexión con el hyperterminal	111
Figura 3.33 CDR a través del hyperterminal	112
Figura 3.34 Configuración del puerto	115
Figura 3.35 Configuración del puerto de la SIM	116
Figura 3.36 Selección del Auto BCCH	117
Figura 3.37 Parámetros del BCCH	118
Figura 3.38 Parámetros de la tarjeta ISDN	118
Figura 3.39 Configuración de la fecha del sistema	120
Figura 3.40 Configuración de los <i>B-Channel</i>	121
Figura 3.41 CDRs	122
Figura 3.42 Monitor de puertos	124
Figura 3.43 Puerto sin uso	124
Figura 3.44 Puerto listo para su uso	124
Figura 3.45 Puerto en uso	124
Figura 3.46 Elementos de un sistema de votación a distancia	130
Figura 3.47 Elementos de un sistema de consulta	131

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Límites de retardo de acuerdo al estándar ITU-T G.114	7
Tabla 1.2 Codecs más usados en VoIP	28
Tabla 1.3 Velocidad para los canales TCH	37
Tabla 1.4 Códigos MCC-MNC asignados al Ecuador	40
Tabla 2.1 Estadísticas del Servicio Móvil en Ecuador	46
Tabla 2.2 Codecs de audio y su ancho de banda	72
Tabla 2.3 Paquetización	72
Tabla 2.4 <i>Payload</i> de voz de acuerdo al codec	73
Tabla 2.5 Tamaño de la cabecera de un paquete de voz	73
Tabla 2.6 Ancho de banda de un canal de voz de acuerdo al codec	74
Tabla 2.7 Ancho de banda de un banco de 30 y 24 canales de voz	74
Tabla 2.8 Ancho de banda adecuado para un banco de 30 y 24 canales de voz	75
Tabla 3.1 Tabla del <i>Dial Plan</i> Celular para Ecuador	97
Tabla 4.1 Tiempo de trabajo de un E1 según el Tráfico de voz	132
Tabla 4.2 Tarifas del minuto de telefonía con terminación en Ecuador	133
Tabla 4.3 Costo diario, semanal y mensual de minutos celular según el tráfico a la tarifa de 0,17 dólares el minuto	133
Tabla 4.4 Costo diario, semanal y mensual de minutos celular según el tráfico a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto	134
Tabla 4.5 Proyección diaria, semanal y mensual según de tráfico de voz a la tarifa de 0,175 dólares el minuto	134
Tabla 4.6 Proyección diaria, semanal y mensual según de tráfico de voz a la tarifa de 0,135 dólares el minuto	135
Tabla 4.7 Costos de equipos en el Sistema Analógico FXO	135
Tabla 4.8 Costos de equipos en el Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	136
Tabla 4.9 Costos de equipos en el Sistema Digital en base a un <i>gateway</i>	136
Tabla 4.10 Costo de equipos de apoyo administrativo	136
Tabla 4.11 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Analógico FXO	137
Tabla 4.12 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	137
Tabla 4.13 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Digital en base a un <i>gateway</i>	137
Tabla 4.14 Inversión en Bienes de Capital del Sistema de conexión directa	137

Tabla 4.15 Inversión en Capital de trabajo a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto	138
Tabla 4.16 Inversión en Capital de trabajo a la tarifa de 0,17 dólares el minuto	138
Tabla 4.17 Flujo de caja del Sistema de conexión directa a la tarifa de 0,17 dólares el minuto	139
Tabla 4.18 Flujo de caja del Sistema Analógico FXO a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto	139
Tabla 4.19 Flujo de caja del Sistema Digital en base a dos <i>Gateways</i> a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto	140
Tabla 4.20 Flujo de caja del Sistema Digital en base a un <i>Gateway</i> a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto	140
Tabla 4.21 Principales indicadores del proyecto VoIP-GSM	141

PRESENTACIÓN

El avance de la tecnología así como la progresiva liberalización de los mercados han dado como resultado nuevas vías de comunicación más eficientes y económicas que las soluciones tradicionales.

El uso de VoIP para establecer una llamada y terminarla en cualquier parte del planeta permite un ahorro significativo de recursos; sin embargo la conexión de la red IP y celular depende del marco regulatorio vigente de cada país.

El presente Proyecto de Titulación trata el tema de la terminación de llamadas y los elementos necesarios para ello. Cabe notar que existe una facilidad en la adquisición y diseño de equipos e interfaces para brindar los servicios de terminación e incluso estos mismos equipos pueden ser usados en otras aplicaciones que requieran conexión entre las redes IP y celular.

El trabajo expuesto es una referencia para estudiantes, profesionales y personas afines al área de Telecomunicaciones que requieran información principalmente en la configuración de interfaces E1, *gateways* H.323 y GSM.

RESUMEN

El trabajo desarrollado comprende cinco capítulos, mediante los cuales se da a conocer los conceptos y requerimientos necesarios para brindar servicios de telefonía a través de la conexión de la red IP y GSM. El análisis se lo realiza desde el punto de vista técnico con la posibilidad de brindar estos servicios libremente, ajustándose al marco legal del sector de telecomunicaciones vigente.

El primer capítulo hace referencia a los protocolos de señalización, voz y control que intervienen en la comunicación, así como también a los principios básicos de VoIP, Telefonía IP y las características de la red de telefonía móvil GSM.

El segundo capítulo presenta las magnitudes de medida de calidad que requiere una ruta de voz y la importancia del codec usado en ella. También se analiza el marco regulatorio y se realizan recomendaciones para brindar diversos servicios relacionados con la conexión entre las redes IP y celular.

El tercer capítulo aborda diferentes esquemas de conexión para ofrecer servicios de terminación de llamadas y los equipos usados en cada uno de ellos.

El cuarto capítulo muestra el análisis de los costos de cada esquema de conexión tanto para tráfico de voz autorizado y no autorizado.

El quinto capítulo consta de recomendaciones y conclusiones del estudio realizado.

También se incluyen anexos, así como un glosario de términos y definiciones utilizados para un mejor entendimiento de los temas tratados.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE TELEFONÍA Y VOZ SOBRE IP

Mientras la transmisión de datos e información ha sido hasta hoy en día la aplicación más prevaeciente en sistemas de información, el traslado de Voz sobre la misma infraestructura ha generado grandes expectativas por el ahorro de recursos que ésta representa.

La Voz sobre IP (VoIP) inicialmente se implementó para reducir el ancho de banda mediante compresión vocal y en consecuencia para disminuir los precios en el transporte internacional de la voz, siendo independiente de la distancia y frecuentemente del tiempo de conexión, factores importantes en la telefonía convencional.

Sus características hicieron que migre rápidamente a una red convergente de servicios integrados sobre la misma LAN, y posteriormente de la LAN a la WAN con la denominación de Telefonía sobre IP (ToIP). Los operadores de este tipo de servicio se denominan Proveedores de servicios de Telefonía IP (ITSP) por similitud al Proveedor de servicio de Internet (ISP).

1.1.1 DIFERENCIA EXISTENTE ENTRE VOZ SOBRE IP Y TELEFONÍA IP

Al tratar el tema de voz sobre IP no se hace referencia a una solución ni a un servicio. Voz sobre IP es el concepto tecnológico, es transportar en un esquema de conmutación de paquetes la voz sobre protocolo IP; consiste básicamente en una conversión de la voz analógica a digital. VoIP es la tecnología en la que se digitaliza, comprime y se encapsula la voz sobre el protocolo IP.

Por telefonía IP se entiende a la prestación de un servicio de telefonía o similar, donde la red de transporte para la voz es una red de datos bajo protocolo IP. La Telefonía IP es la infraestructura que permite hacer llamadas a cualquier usuario de la red telefónica. Se necesita, por tanto, un *gateway* que interconecte nuestra red con la de un operador de telefonía.

Mediante Telefonía IP, es el teléfono quien de forma directa convierte la voz analógica en digital, lo que permite servicios de valor agregado como encriptación de la comunicación extremo-extremo, acceso a directorios centralizados, visualización de páginas Web en el teléfono mientras mantiene una conversación, etc.

En ese proceso de conversión es donde radica la diferencia entre el concepto de ToIP y VoIP. Básicamente, la VoIP es la encapsulación de una señal de voz en un formato IP, a diferencia de la ToIP que, además de encapsular incorpora la señalización, lo que entre otras cosas permite las funcionalidades propias de una IP/PBX (central telefónica IP), o lo que es lo mismo, servicios como la presentación del número llamante, hacer transferencias, retención de llamadas, aplicaciones de *Call Center* local y remoto, *call forwarding*, *conference call*, entre otros. Con la ToIP se tiene un sistema de comunicaciones con una gran cantidad de características que una central de telefonía corporativa presenta pero que en la telefonía pública no existen.

Un esquema de Telefonía IP incluye teléfonos IP, Centrales IP, *Call Managers*, *Gateways*, *Switches*, etc. Bajo este esquema, los teléfonos IP emplean la red de área local (LAN) existente, la que debe poseer una configuración con *switches* redundantes, dándole seguridad y confiabilidad al sistema. Esta configuración es necesaria para que la Telefonía IP alcance los niveles de calidad de servicio, confiabilidad y *Uptime* de la telefonía tradicional a los que se está acostumbrado.

1.1.2 VENTAJAS PARA OPERADORES Y EMPRESAS ^[1]

La principal ventaja del servicio de transporte de voz sobre IP, es que evita los altos costos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN).

Algunos ahorros en el costo se deben a que se puede emplear una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente, en la cual pueden usar para VoIP sin

un costo adicional. Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son consideradas generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

Hay dos tipos de servicio de PSTN a VoIP: Llamadas Locales Directas (*Direct Inward Dialling* - DID) y Números de Acceso. DID conecta a quien hace la llamada directamente al usuario VoIP, mientras que los Números de Acceso requieren que éste introduzca el número de extensión del usuario de VoIP. Los Números de Acceso son usualmente cobrados como una llamada local para quien hizo la llamada desde la PSTN y gratis para el usuario de VoIP.

Con un crecimiento asegurado, la mayoría de los operadores tradicionales han puesto en marcha proyectos de telefonía IP lo que les garantiza ingresos nuevos y sustanciales.

Los estudios actuales consideran creciente el desarrollo de la telefonía IP y estiman que en algún momento muy cercano, el número de minutos de comunicaciones de voz cursadas sobre IP superará a los cursados por las redes telefónicas tradicionales.

Existen varias características que hacen de la Telefonía IP una estructura muy compleja con respecto a VoIP, como lo son:

- Interoperatividad

Una de las diferencias entre VoIP y Telefonía IP es la interoperatividad con las redes telefónicas actuales de valor agregado, que generalmente se brindan en las redes PSTN soportadas en señalización SS7¹ (*Signaling System 7*) y redes inteligentes IN² (*Intelligent Network*).

- Calidad de Servicio Garantizada ^[2]

Cuando se habla de VoIP se piensa en el ámbito de interconexión mediante Internet (sin calidad de servicio asegurada); en Telefonía IP se piensa en un

¹ **SS7**: Señalización normalmente usada entre nodos y operadores de telefonía. ^[3]

² **IN (Intelligent Network)**: Arquitectura de control de red, que permite al operador la incorporación de nuevos servicios y facilidades de manera rápida, flexible y económica. ^[4]

backbone de alta velocidad “sin bloqueo”³ para garantizar la calidad de servicio mediante herramientas de QoS (en redes ATM) o mediante *Best effort* (en redes Gigabit). En Telefonía-IP se aplica el concepto de *carrier-grade*; este concepto puede incluir varios aspectos:

1. Redundancia de equipamiento para lograr disponibilidad elevada (por ejemplo, 99,99%).
2. Calidad vocal garantizada (bajos indicadores de errores, de retardo, de *jitter* y de eco, latencia, etc.).
3. Disponibilidad de servicios de valor agregado, similar a los ofrecidos en la red PSTN mediante la señalización SS7, conocida como red inteligente IN.

1.1.3 FUNCIONALIDAD ^[5]

VoIP puede facilitar tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

- Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a su teléfono VoIP, sin importar en donde esté conectado a la red.

Los usuarios de VoIP pueden viajar a cualquier lugar en el mundo y seguir realizando y recibiendo llamadas. Por ejemplo, si un usuario tiene un número telefónico en la ciudad de Nueva York y está viajando por Europa y alguien llama a su número telefónico, su llamada se recibirá en Europa.

Además si una llamada es hecha de Europa a Nueva York, ésta será cobrada como llamada local; por supuesto el usuario que viaja por Europa debe tener una conexión a Internet disponible.

- Los usuarios de Mensajería Instantánea basada en servicios de VoIP, también pueden viajar a cualquier lugar del mundo, y realizar o recibir llamadas telefónicas.

³ **Velocidad “sin bloqueo”:** Término utilizado para describir equipos de elevada capacidad de conmutación, lo que permite una velocidad máxima de datos para todos los puertos, proporcionando un sistema de alto rendimiento.

-
- Los servicios que utilizan VoIP incluyen servicios adicionales, por los que la PSTN normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países tales como retorno de llamada, remarcación automática, identificación de llamadas, etc.

Los teléfonos VoIP pueden integrarse con otros servicios disponibles en Internet, incluyendo audio conferencias, videoconferencias, intercambio de datos y mensajes con otros usuarios mientras se mantiene una conversación, administración de libros de direcciones e intercambio de información con otros.

- Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario VoIP.

1.1.4 REQUERIMIENTOS DE UNA RED PARA SOPORTAR VoIP ^[6]

A continuación se mencionan aspectos importantes que se deben considerar en la red IP para implantar este servicio en tiempo real.

- Manejar peticiones RSVP⁴ (*Resource ReSerVation Protocol*).
- El costo de servicio debe estar basado en el enrutamiento para las redes IP.
- En los puntos de conexión con la red pública se debe contar con un *switch* de llamadas IP que soporte señalización SS7 (*Signaling System 7*). Éste se usa eficazmente para interconectarse con redes de telefonía alámbricas e inalámbricas y para acceder a los servidores de bases de datos de estas redes.
- Trabajar con un grupo “abierto” de estándares de telefonía para que los ambientes de telefonía IP y PBX/PSTN/ATM entre otras puedan operar en conjunto en todas sus características.

⁴ **RSVP** (*Resource ReSerVation Protocol*): Para cada una de las aplicaciones, el receptor envía un requerimiento de reserva de recursos a la red y ésta podría o bien aceptar o rechazar el pedido. ^[7]

1.1.5 CALIDAD DE SERVICIO (QoS) ^[8]

La entrega de señales de voz y vídeo desde un punto a otro, no se puede considerar realizada con éxito total a menos que la calidad de las señales transmitidas satisfaga al receptor. La calidad de servicio es el principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas las aplicaciones de IP.

Varios son los factores que afectan a la calidad entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Latencia o retardo

Se define como el *gap*⁵ existente en la conversación, debido a los retardos acumulados en la red desde la fuente al destino de la señal. El primer retardo es en la matriz de conmutación, esto es, el retardo producido por el proceso *store-and-forward* y el retardo de procesamiento. A esto hay que sumarle los retardos propios del proceso de compresión vocal. Por lo tanto los componentes, en la transmisión de datos que introducen retardo son: codecs, empaquetado, almacenamientos intermedios y saltos en la propagación.

El retardo debido a la compresión vocal se puede eliminar usando la velocidad de 64 Kbps sin compresión. Aunque VoIP se desarrolló para reducir costos con menor velocidad y usando la infraestructura de Internet, actualmente con el modelo de una red IP de alta velocidad la compresión vocal no es obligatoria. En este caso Telefonía IP se desarrolla para brindar una red de servicios integrados soportada en el protocolo IP.

Una vez establecidos los retardos de tránsito y el retardo de procesamiento, la conversación se considera aceptable por debajo de los 150 ms de retardo; los retardos superiores a los 400 ms son considerados como pausas en una conversación, produciéndose una sensación de estar en una “comunicación no real”.

⁵ **Gap:** Vacío o intervalo sin información. ^[9]

En la tabla 1.1 se muestra la relación entre el retardo y el grado de aceptación de una aplicación determinada.

Retardo [ms]	Grado de aceptación
0 -150	Aceptable para aplicaciones multimedia.
150 -400	Aceptable bajo supervisión del administrador, conociendo que los retardos inciden en la calidad de servicio.
>400	No es aceptable para una arquitectura de red normal. Estos valores solamente se aceptan para usos especiales.

Tabla 1.1 Límites de retardo de acuerdo al estándar ITU-T G.114^[10]

- *Jitter*

Es la variación en los tiempos de llegada entre los paquetes, es decir el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante. Se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico en el *backbone* de red, por el distinto tiempo de tránsito de los paquetes. Se puede utilizar un *buffer* para distribuir los paquetes enviándolos a intervalos estándar y reducir el *jitter*, pero esto introduce un retardo adicional. Este problema se solucionaría incrementando el ancho de banda del enlace, esto se lo puede hacer muy fácilmente en un *backbone*, pero en los enlaces WAN es menos factible. Una mejor solución es la formación de colas para dar prioridad al tráfico de voz sobre el de datos.

- Eco^[11]

La latencia y *jitter* pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (ITU-T G.168) permitiendo una transmisión simultánea full dúplex. Se tienen 2 tipos de eco: el uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido remoto.

El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal autoadaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos. El cancelador de eco no tiene restricciones en número, siendo usado en comunicaciones por satélite, fibra óptica transoceánica y telefonía celular.

No debe confundirse el supresor de eco (Rec. ITU-T 164) con el cancelador de eco. Los supresores de eco funcionan suprimiendo la señal de voz del extremo de menor intensidad, haciendo que la comunicación se vuelva *half dúplex*. Se tienen 2 formas de funcionamiento: cuando se habla en una dirección se atenúa al otro sentido (supresión de silencios); y cuando ambos sentidos tiene señal se atenúan ambas vías con lo cual el eco se atenúa el doble. Se recomienda no superar en dos el número de supresores de eco en una conexión telefónica por el efecto *chopping*⁶ en la voz.

Para evitar que la conversación sea entrecortada, como puede ocurrir si los dos interlocutores hablan al mismo tiempo, el supresor de eco debe poder funcionar en un segundo modo. De acuerdo con la terminología normalmente utilizada, el segundo interlocutor debe poder “intervenir” o eliminar la supresión cuando al hablar, el segundo interlocutor interrumpe al primero.^[12]

- *Throughput*^[13]

Es la capacidad de un enlace de transportar información útil. Representa a la cantidad de información útil que puede transmitirse por unidad de tiempo (bit/s). No tiene relación directa con el retardo (por ejemplo, se puede tener un enlace de alto *throughput* y alto retardo o viceversa, como sería por ejemplo un enlace satelital de 8 Mbps y 500 ms de retardo.

- Pérdida de paquetes

Es la tasa de pérdida de paquetes. Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden darse por

⁶ **Efecto *chopping***: En el modo de supresión, un supresor de eco atenúa en el trayecto de retorno suprimiendo el eco e impidiendo que las palabras pronunciadas por uno de los interlocutores lleguen al otro cuando ambos hablan simultáneamente (lo que se designa por “habla simultánea” o efecto *chopping*).^[14]

sobrepasar la capacidad de un *buffer* de una interfaz en momentos de congestión o debido a una considerable tasa de error en alguno de los medios de enlace. Los paquetes perdidos son retransmitidos en aplicaciones que no son de tiempo real; en cambio para telefonía, no pueden ser recuperados y se produce una distorsión vocal. La pérdida de paquetes, no debe ser superior al 5%.^[15]

Para combatir las ráfagas de paquetes perdidos se utiliza la técnica de interpolación llamada *Packet Loss Concealment* (PLC). Esta técnica se basa en las muestras de voz previas, en la que el decodificador predice las tramas de voz, consideradas perdidas.

Si las pérdidas no son demasiadas grandes, y si la señal no es muy cambiante las pérdidas pueden ser inaudibles después de aplicar el PLC. Por esta razón algunos codecs tienen algoritmos PLC contruidos dentro de sus estándares por ejemplo el ITU-T G.711 al igual que otros basados en CELP tales como G.723.1, G.728 y G.729.

De lo anteriormente expuesto se deduce: el retardo afecta al comportamiento de aplicaciones interactivas, el *throughput* afecta al rendimiento de aplicaciones que mueven grandes volúmenes de información, la pérdida de paquetes afecta a ambos tipos de aplicaciones, en tanto que el *jitter* afecta a aplicaciones de tiempo real como la voz y el video sobre IP.

1.1.6 CRITERIOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO^[16]

- La supresión de silencio, otorga más eficiencia a la hora de realizar una transmisión de voz, ya que se aprovecha mejor el ancho de banda al transmitir menos información.
 - El uso del protocolo de reservación RSVP, reduce los retardos de la red.
 - Compresión de cabeceras aplicando los estándares RTP (*Real Time Protocol*) y RTCP (*RTP Control Protocol*).
 - Priorización de los paquetes que requieran menor latencia. Las tendencias actuales son:
-

-
1. CQ (*Custom Queuing*): Recomienda asignar un porcentaje del ancho de banda disponible para aplicaciones de voz.
 2. PQ (*Priority Queuing*): Establece prioridad en las colas.
 3. WFQ (*Weight Fair Queuing*): Asigna prioridad al tráfico de menos carga. Utiliza un modelo de multiplexación TDM para distribuir el ancho de banda entre clientes.
 4. DiffServ: Evita tablas de encaminamientos intermedios y establece decisiones de rutas por paquete.
- La implantación de IPv6 que proporciona mayor espacio de direccionamiento y la posibilidad de *tunneling*.

1.2 TIPOS DE PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN, VOZ Y CONTROL

Hoy en día, existen varios protocolos para el desarrollo e implementación de un sistema de VoIP, siendo los principales: IP, TCP, UDP, H.323, MGCP, MEGACO, RTP, RAS, SIP, IAX2, etc. Ellos definen la manera en la que dispositivos de este tipo deben establecer comunicación entre sí, además de incluir especificaciones para codecs de audio (codificador-decodificador) para convertir una señal auditiva a una digitalizada con compresión y viceversa.

1.2.1 FAMILIA DE PROTOCOLOS TCP/IP

Los protocolos de Internet son los protocolos abiertos más utilizados; este conjunto de protocolos se usan para comunicar una gran cantidad de redes interconectadas y han demostrado ser igualmente aptos para la utilización en pequeñas redes de área local (LAN). Los protocolos más conocidos son: *Internet Protocol* (IP), *Transmission Control Protocol* (TCP) y *User Datagram Protocol* (UDP).

VoIP utiliza IP, aunque puede utilizar tanto UDP como TCP sobre IP. Es importante destacar que VoIP trabaja sobre cualquier pila de protocolos IP. Los

usuarios de VoIP pueden añadir esta tecnología de forma fácil y rápida a la red ya existente de datos. En la figura 1.1 se muestra la pila de protocolos de TCP/IP usados para VoIP.

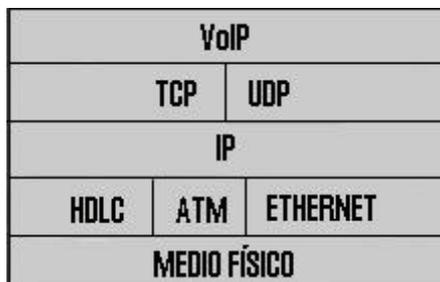


Figura 1.1 Pila de Protocolos TCP/IP en VoIP ^[17]

1.2.1.1 TCP (*Transmission Control Protocol*) ^[18]

TCP fue pensado para usar en sistemas interconectados de redes de computadoras basados en conmutación de paquetes. Fue diseñado para encajar dentro de un modelo basado en capas, encapsulado dentro del Protocolo de Internet (IP). Este último provee a TCP un medio para enviar y recibir segmentos de datos de longitud variable.

TCP permite establecer circuitos lógicos virtuales, garantizando la conexión y entrega de datos de un extremo a otro, controlando el flujo de datos, y estableciendo seguridad. TCP parte de la base en la que la capa inferior no ofrece estas características.

1.2.1.2 UDP (*User Datagram Protocol*) ^[19]

El protocolo UDP que corresponde a la capa de transporte, permite a las aplicaciones enviar información de un lado a otro de la red con la mínima sobrecarga. Es decir provee los mecanismos de un protocolo de capa de transporte, sin orientación a la conexión y sin ofrecer las características avanzadas en control de conexión y flujo que ofrece TCP.

La cabecera UDP tiene cuatro campos: puerto origen, puerto destino, longitud y suma de comprobación UDP.

Los campos de origen y destino realizan la misma función que en la cabecera TCP. El valor del puerto de destino se utiliza para dirigir el datagrama UDP a un proceso específico. El valor del puerto origen permite al proceso recibido conocer cómo responder al datagrama. El campo longitud especifica la longitud de la cabecera y los datos de la trama UDP, y el campo de suma de verificación permite la comprobación de la integridad del paquete. La suma de comprobación es opcional.

UDP se usa en VoIP para transportar el tráfico de voz en tiempo real. TCP no se utiliza porque no es necesario ni el control de flujo ni la retransmisión de paquete de voz. Con UDP el flujo de audio es transmitido independientemente de si existen o no pérdidas de paquetes.

Si se utilizara TCP para VoIP, la latencia producida por la espera del acuse de recibo y retransmisiones haría que la calidad de voz fuera inaceptable. Para VoIP y otros paquetes en tiempo real, controlar la latencia es más importante que asegurar la carga fiable de cada paquete, pero en cambio se usa para configurar llamadas en la mayoría de los protocolos de señalización VoIP.

1.2.2 PROTOCOLOS QUE TRANSMITEN LA VOZ

1.2.2.1 *Real Time Protocol (RTP)* ^[20]

Es un protocolo de nivel de aplicación utilizado para la transmisión de información en tiempo real (voz y video). RTP está normalmente disponible en cualquiera de las arquitecturas de VoIP.

Cada paquete RTP contiene una muestra pequeña de la conversación de voz y el tamaño de la muestra dentro del paquete dependerá del codec utilizado. El tráfico propio de VoIP a veces va por caminos diferentes a la señalización, esto significa que puede viajar de forma independiente. La figura 1.2 muestra la pila de protocolos para RTP.



Figura 1.2 Pila de protocolos para RTP ^[21]

Si un paquete RTP se pierde o es descartado por la red, no será retransmitido, esto es debido a la conveniencia de evitar largas pausas en la conversación telefónica. La red debería diseñarse para que tan sólo unos pocos paquetes sean perdidos en la transmisión.

En la cabecera RTP se incluye información para identificar y gestionar cada llamada de forma individual, desde un extremo a otro. Esta información incluye un sello de tiempo, un número de secuencia e información de la fuente de sincronización.

1.2.2.2 Compressed Real Time Protocol (cRTP)

RTP comprimido es una variante de RTP, siendo muy utilizado en enlaces WAN, especialmente en enlaces punto-punto.

cRTP elimina varios bytes de la cabecera del paquete. Como resultado de la reducción de la cabecera, la red se optimiza, lo que posibilita el aumento del número de llamadas que se pueden realizar que al utilizar RTP estándar. Como la cabecera de UDP y RTP se reduce a un máximo de 4 bytes, no hay lugar para añadir en la cabecera la dirección IP. Por lo tanto, el paquete no puede ser enrutado y sólo puede utilizarse en enlaces donde no resulte necesario direccionamiento IP. En la figura 1.3 se puede apreciar la reducción del tamaño del paquete usando cRTP.

Compresión de la cabecera RTP

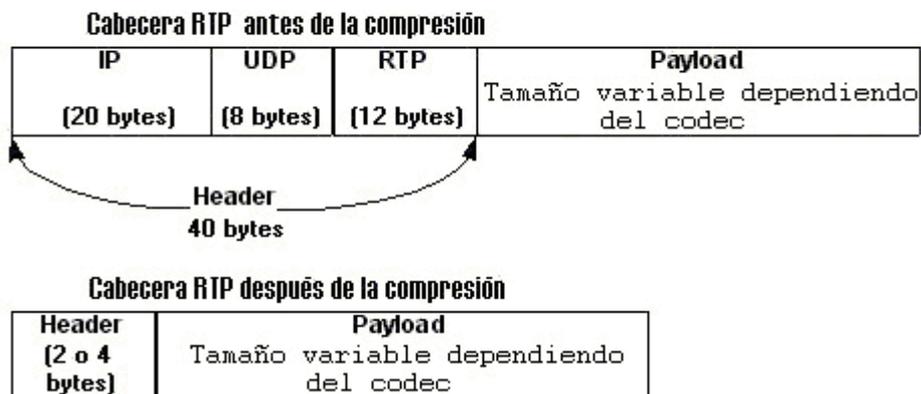


Figura 1.3 Comparación RTP/cRTP ^[22]

Como toda forma de compresión, el efecto de usar cRTP da como resultado, la necesidad de usar más ciclos de procesamiento para tratar el paquete en el *router*.

1.2.2.3 RTP Control Protocol (RTCP) ^[23]

RTCP es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia. Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo. Se usa habitualmente para transmitir paquetes de control a los participantes de una sesión multimedia. La función principal de RTCP es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP lo que permite ajustar la calidad de la llamada. También contribuye a detectar los posibles problemas.

Este protocolo recoge estadísticas de la conexión y también información como por ejemplo: bytes enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos o *jitter* entre otros. Una aplicación o analizador puede usar esta información para visualizar la calidad de la llamada en los dos extremos e incrementarla, ya sea limitando el flujo o usando un codec de compresión más bajo. Aunque la información que aporta es muy útil, también añade ancho de banda, por esta razón es el usuario quien tiene que decidir si quiere o no utilizarlo.

RTCP por sí mismo no ofrece ninguna clase de cifrado de flujo o de autenticación. Para tales propósitos se puede usar SRTCP (*Secure RTP Control Protocol*).

1.2.2.4 Secure Real-time Transport Protocol (SRTP) ^[24]

SRTP usado en aplicaciones *unicast* y *multicast*. Define un perfil de RTP, con la intención de proporcionar cifrado, autenticación del mensaje, integridad y protección contra reenvíos a los datos RTP.

SRTP también tiene un protocolo “hermano” llamado SRTCP, el cual proporciona seguridad a RTCP, al igual que lo hace SRTP con RTP.

El empleo de SRTP o SRTCP es opcional al empleo de RTP o RTCP; pero incluso utilizando SRTP/SRTCP, todas las características que estos protocolos proporcionan son opcionales y pueden ser habilitadas o deshabilitadas por separado. La única excepción a esto último es la autenticación de los mensajes, que es obligatoria cuando se está usando SRTCP.

1.2.2.5 RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR) ^[25]

Es una versión más nueva de RTCP. Define una serie de medidas que pueden ser añadidas de forma económica a gestores, equipos de voz y teléfonos IP para el análisis de las llamadas de voz.

Los mensajes RTCP XR se intercambian de forma periódica entre los teléfonos IP y sus equipos de voz. Estos mensajes también pueden ser gestionados por peticiones SNMP (*Simple Network Management Protocol*) y formar parte de un sistema superior de calidad. Proporcionando información sobre pérdidas o descartes de paquetes, retardo, eco, tamaño del *buffer* del *jitter* y valores MOS⁷ entre otros.

⁷ **MOS (*Mean Opinion Score*):** Es una medida cualitativa que asigna un valor a la calidad de la llamada en toda la red. ^[26]

1.2.3 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL

1.2.3.1 Protocolo H.323

H.323 es una recomendación de la ITU-T (*International Telecommunication Union*). Define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual en tiempo real sobre redes de conmutación de paquetes tanto para sesiones multipunto como punto a punto.

Este conjunto de recomendaciones para comunicaciones multimedia hace referencia a los terminales, equipos y servicios. Define el modelo básico de llamada y los servicios suplementarios necesarios para dirigir las expectativas de comunicaciones comerciales. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o video, no es fiable. Además es independiente de la topología de la red, permitiendo usar más de un canal de cada tipo (voz, video y datos) al mismo tiempo.

H.323 fue el primer estándar de VoIP en adoptar el estándar RTP. Además está basado en el protocolo RDSI Q.931 y está adaptado para situaciones en las que se combina el trabajo entre IP y RDSI, y respectivamente entre IP y QSIG.

El modelo de llamada H.323, similar al modelo de RDSI, facilita la introducción de la Telefonía IP en las redes existentes de RDSI basadas en sistemas PBX.

El estándar fue diseñado específicamente con los siguientes objetivos:

- Usar los estándares existentes, incluyendo H.320, RTP y Q.931
- Incorporar las ventajas que las redes de conmutación de paquetes ofrecen para transportar datos en tiempo real.
- Solucionar la problemática que plantea el envío de datos en tiempo real sobre redes de conmutación de paquetes.

A partir del año 2000 se encuentra implementada por varias aplicaciones de Internet que funcionan en tiempo real como *Microsoft NetMeeting* y

GnomeMeeting (implementación de OpenH323). Es una parte de la serie de protocolos H.32x, los cuales también dirigen las comunicaciones sobre RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), RTC (Red Telefónica Conmutada) o SS7.

Los diseñadores de H.323 saben que los requisitos de la comunicación difieren de un lugar a otro, entre usuarios y entre compañías, y obviamente con el tiempo los requisitos de la comunicación también cambian. Dados estos factores, los diseñadores de H.323 lo definieron de tal manera que las empresas que manufacturan los equipos pueden agregar sus propias especificaciones al protocolo y pueden definir otras estructuras de estándares que permiten a los dispositivos adquirir nuevas características o capacidades.

La continua investigación y desarrollo de H.323 siguen con la misma finalidad y, como resultado, H.323 se convierte en el estándar óptimo para cubrir esta clase de aspectos. Además, H.323 y la convergencia de voz, video y datos permiten a los proveedores de servicios prestar esta clase de facilidades para los usuarios de tal forma que se reducen costos mientras mejora el desempeño para el usuario.^[27]

1.2.3.1.1 Arquitectura del protocolo H.323

Los terminales y equipos H.323 soportan aplicaciones con requerimientos de tiempo real, así como aplicaciones de datos y combinaciones de ellas. Los terminales H.323 pueden ser terminales explícitamente diseñados para este fin o pueden estar integrados en PC's.

De acuerdo a este estándar, se utilizan cuatro elementos básicos para ofrecer los servicios de multimedia, del cual VoIP es un subconjunto:

- *Terminal Adapters*

Éstos son puntos finales del cliente de la LAN que proporcionan los servicios básicos. Todos los terminales H.323 tienen que apoyarse en: H.245 para el uso de los canales, Q.931 para el establecimiento de la llamada, RAS (*Register Admission Status*) para la admisión de llamadas, RTP (*Real Time Protocol*), UDP

para la transmisión de los paquetes y TCP para señalización. Los terminales H.323 pueden también incluir protocolos de comunicación de datos T.120, utilizados para FAX o una unidad MCU (*Multipoint Control Unit*) para aplicaciones de videoconferencia.

- *Gateway*

Es el punto de demarcación entre la red IP y la red conmutada. Realiza la función de traductor entre diversos formatos de transmisión operando en la capa 3 del modelo de referencia OSI. Son capaces de realizar procesos de traslación de codecs de audio así como también de video. Generalmente disponen de una interfaz LAN y uno o varios interfaces para la comunicación con otras redes de telefonía tales como:

1. FXO: Para la conexión a extensiones analógicas de la PSTN
2. FXS: Para la conexión a teléfonos analógicos
3. BRI: Acceso básico RDSI (2B+D)
4. PRI: Acceso primario RDSI (30B+D)
5. G703/G.704 (E&M digital): Para la conexión a centrales a 2 Mbps

- *Gatekeeper*

Es el encargado de gestionar la interconexión entre la red conmutada y la red de paquetes. Proporciona los servicios de DNS (*Domain Name System*) entre los equipos de VoIP y otros como:

1. Conversión de dirección (NAT): Traducción de una dirección del alias a la dirección de transporte, usando la tabla de la traducción que es actualizada con los mensajes del registro.
 2. Control de Admisión: El *gatekeeper* puede conceder o negar el acceso basado en la autorización de la llamada, las direcciones de fuente y destino o algunos otros criterios.
-

-
3. Señalización de llamada: El *gatekeeper* puede ordenar, aprender y conocer los puntos finales para conectar la llamada.
 4. Autorización de llamadas: el *gatekeeper* junto con el *gateway* puede restringir las llamadas a ciertos números dentro de la red y, si es necesario, hacer la marcación más versátil, por ejemplo en casos de llamadas de emergencias.
- *Multipoint Control Unit* (MCU)

La unidad de control multipunto es requerida para controlar el acceso de múltiples usuarios a una videoconferencia, no siendo necesaria en un sistema que sólo ofrezca VoIP.

1.2.3.1.2 Estándares aplicados a H.323

La tecnología de red más común en la que se están implementando H.323 es IP. Los protocolos TCP y UDP se usan para encapsular las fases de establecimiento y reposición de llamada telefónica. Maneja funciones como la relación entre los números de teléfono y las direcciones IP, generación de tonos de llamada, y ocupado, la señal de llamada y contestación. H.323 define la señalización necesaria para comunicaciones multimedia sobre redes IP entre otras, mientras que las tramas de voz son transportadas vía RTP/RTCP. ^[28]

El estándar H.323 está conformado por los componentes y soportado por sus correspondientes protocolos que se indican en la figura 1.4.

Protocolos de señalización y control: ^[29]

- H.225.0: Protocolo de control de llamada
 - H.245: Protocolo de control para comunicaciones multimedia.
 - H.235: Describe la seguridad de H.323.
 - H.450.1: Describe los Servicios Suplementarios en H.323.
-

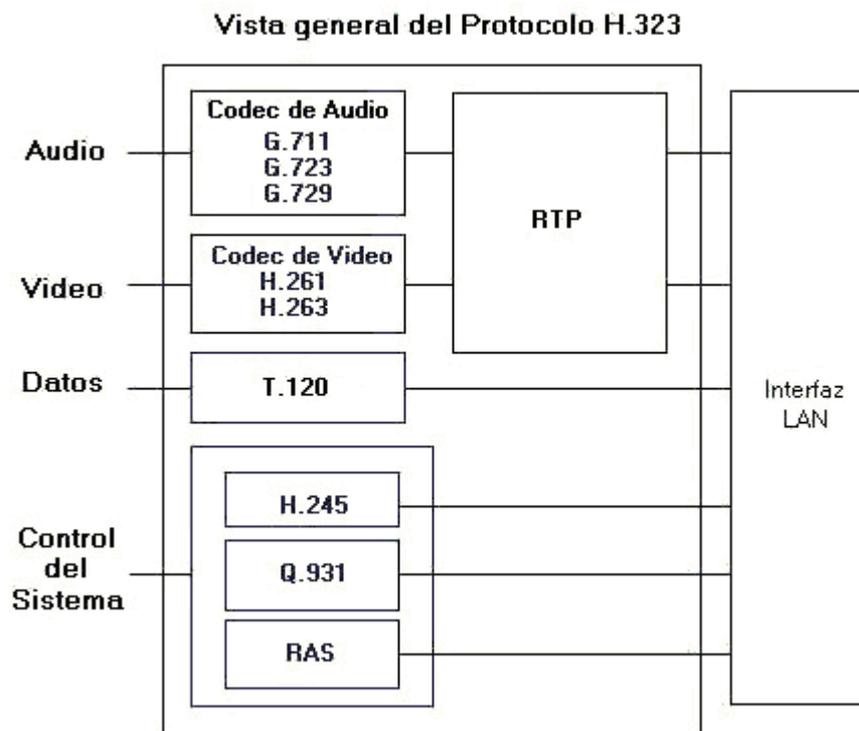


Figura 1.4 Conformación del Protocolo H.323 ^[30]

Codecs de Audio:

- G.711: Codec de audio a 56/64 Kbps.
- G.722: Codec de audio de 7 KHz a 48/56/64 Kbps.
- G.723.1: Codec de audio a 5.3 y 6.3 Kbps.
- G.728: Codec de audio a 16 Kbps.
- G.729: Codec de audio a 8/13 Kbps.

Codecs de Video:

- H.261: Codec de video para velocidades igual o superior a 64 kbps.
- H.263: Codec de video para velocidades menores a 64 kbps.

Estándares relacionados:

- H.320: Define el estándar para videoconferencia sobre RDSI y otros medios de transmisión sobre banda estrecha.
- H.324: Extensión de H.320 para videoconferencia sobre líneas PSTN.
- T.120: Protocolo para compartición de datos en una videoconferencia.

a. *H.225.0*

H.225.0 es utilizado para describir la señal de llamada, el empaquetamiento, el tipo y la sincronización de las tramas de media (audio y video). Siendo su objetivo principal la definición de mensajes de:

- Señalización de llamada: Para el establecimiento, control y finalización de una llamada H.323. La señalización H.225.0 está basada el protocolo Q.931.
- Señalización RAS (*Registration, Admission and Status*): Esta señalización utiliza un canal separado llamado RAS para intercambiar mensajes entre un *gatekeeper* y sus *endpoints*, y así llevar a cabo los procedimientos de registro, traducción de direcciones, autorización, gestión de ancho de banda, estado y desconexión .

Los mensajes son codificados de acuerdo a las Normas de Codificación de Paquetes (*Packed Encoding Rules* - PER) de la norma ASN.1. ^[31]

b. *H.245* ^[32]

H.245 es un protocolo de control para comunicaciones multimedia que transporta información no-telefónica durante la conexión, como lo es la gestión de *jitter*, la codificación, el control de flujo y la gestión de canales lógicos para su apertura y cierre.

Para facilitar su paso a través de los *firewalls* el protocolo H.245 puede ser tunelizado dentro de los mensajes de señalización de llamada de H.225.0.

En la versión inicial de H.323, el mecanismo de establecimiento de comunicación del protocolo H.245, era cuatro vías por lo que realizaba un proceso demasiado largo. Las versiones siguientes H.323 introdujeron un procedimiento a dos vías llamado Conexión Rápida (*Fast Start*). Actualmente existe un mecanismo de una sola vía dado en la recomendación H.460.6, que define el Procedimiento Extendido de Conexión Rápida.

c. Fast Start

La opción *Fast Start* reduce el número de mensajes enviados al inicio del establecimiento de la llamada entre *endpoints* H.323, reduciendo así la sobrecarga y el tiempo de procesamiento permitiendo que los canales de voz estén operacionales antes de que el mensaje *CONNECT* sea enviado, logrando una ruta de audio más rápida a la hora de iniciar una llamada. Esto se logra, enviando todos los datos más importantes de H.245 dentro del primer mensaje de H.323.

d. H.235 ^[33]

Este protocolo describe la seguridad y el cifrado para terminales basados en H.323 y H.245. El H.235 aborda la Autenticación mediante diferentes algoritmos, incluidos los dos *Diffie-Hellman*, y la Privacidad que proporciona el cifrado de la sesión al igual que el de flujo de datos.

e. T.120

El estándar T.120 permite la compartición de aplicaciones y servicios en tiempo real que proveen soporte en comunicaciones multimedia punto a punto y multipunto. Estas aplicaciones pueden ser acceso a bases de datos, transferencia de archivos y ser capaz de soportar modificaciones simultáneas a un archivo compartido entre otras.

f. *Protocolo H.320* ^[34]

El estándar H.320 está diseñado para el transporte de videoconferencia sobre ISDN ofreciendo una calidad apropiada para comunicaciones típicas (velocidades de 128 kbps) hasta las aplicadas a negocios (velocidades mayores o iguales a 384 kbps). Se usa ISDN porque además de proveer diferentes niveles de calidad y por su carácter síncrono, permite el transporte de vídeo con una baja tasa de retardo inferior a los 150 ms. Además es capaz de implementar una gran variedad de velocidades de transmisión, desde 64 kbps hasta 2 Mbps.

Este protocolo utiliza varios estándares como los codecs de audio: G.711, G.722, G.723, G.728 y el codec de video de H.261 el cual soporta dos formatos de trama:

- CIF (*Common Intermediate Format*) de 288 líneas por 352 puntos/línea.
- QCIF (*Quarter CIF*) de 144 líneas por 176 puntos/línea.

Para el control de la videoconferencia se utiliza la recomendación T.120 que define protocolos y servicios de comunicación que proveen soporte para comunicaciones multipunto en tiempo real.

g. *Protocolo H.324* ^[35]

El estándar H.324 describe terminales para comunicaciones multimedia en tiempo real, trabajando a bajas velocidades usando módems V.34 y como codec de video el H.263.

H.324 está diseñado para optimizar la calidad de la transmisión de videoconferencia sobre los enlaces de baja velocidad transportado a través de la red telefónica PSTN, típicamente estas velocidades están en el rango de 28.8 kbps a 56 kbps.

Por su naturaleza de baja calidad, está orientado a aplicaciones recreacionales y puede ser implementada muy fácilmente en sistemas PC-multimedia, videoteléfonos, sistemas de seguridad, etc.

1.2.3.1.3 Flujo de llamadas ^[36]

Se tienen dos modelos de llamadas H.323 dependiendo si existe o no un *gatekeeper* de por medio para el ruteo:

1. Modelo de llamada H.323 directa (enrutamiento directo), punto a punto.
2. Modelo de llamada H.323 indirecta (enrutamiento a través de un *gatekeeper*), punto a punto y multipunto.

Una llamada H.323 se caracteriza por las siguientes etapas:

- Establecimiento de llamada

Fase RAS: En esta fase se observa el registro de cada uno de los terminales en el *gatekeeper*, usando el canal RAS con mensajes ARQ (*Admission Request*) y ACF (*Admission Confirm*) , para autorización de llamadas, traducción de direcciones y gestión del ancho de banda.

Fase H.225.0: En esta fase se da el intercambio de mensajes entre *endpoints* para el establecimiento de conexiones lógicas para el establecimiento de llamada. Se envía un mensaje de *SETUP* para iniciar una llamada. El mensaje contiene información sobre la dirección IP, puerto y alias del llamante o la dirección IP y puerto del llamado.

El terminal llamado contesta con un *CALL PROCEEDING* advirtiendo del intento de establecer una llamada. Luego el mensaje *ALERTING* indica el inicio de la fase de generación de tono. Finalmente el mensaje *CONNECT* indica el comienzo de la conexión.

- Señalización de control

Fase H.245: En esta fase se intercambia mensajes (petición y respuesta) entre *endpoints* para acordar la información de cada usuario. Siendo los mensajes de:

1. *Master Slave Determination* (MSD): Este mensaje es usado para decidir quién actuará de *Master* y quién de *Slave*.
2. *Terminal Capability Set* (TCS): Mensaje de intercambio de capacidades soportadas por los terminales de los participantes que intervienen en una llamada.
3. *Open Logical Channel* (OLC): Mensaje para abrir el canal lógico que contiene información para permitir la recepción, el codec y el tipo de información (video o audio) que será transportado.

En la figura 1.5 se muestra el establecimiento de una llamada H.323 y en la figura 1.6 la señalización de control.

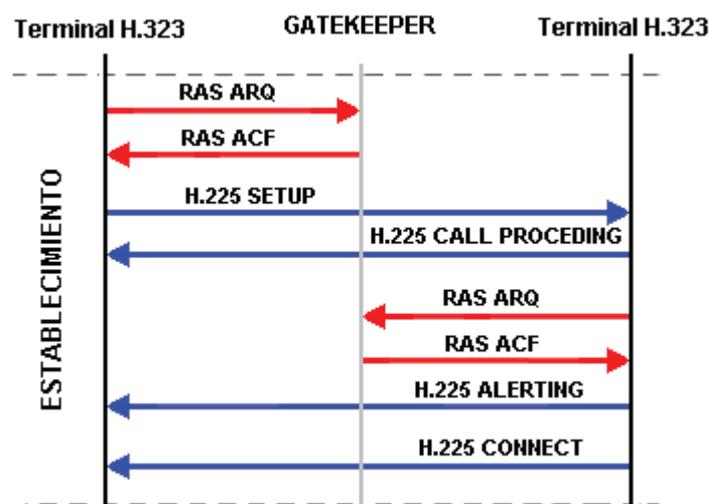


Figura 1.5 Establecimiento de llamada H.323 ^[37]

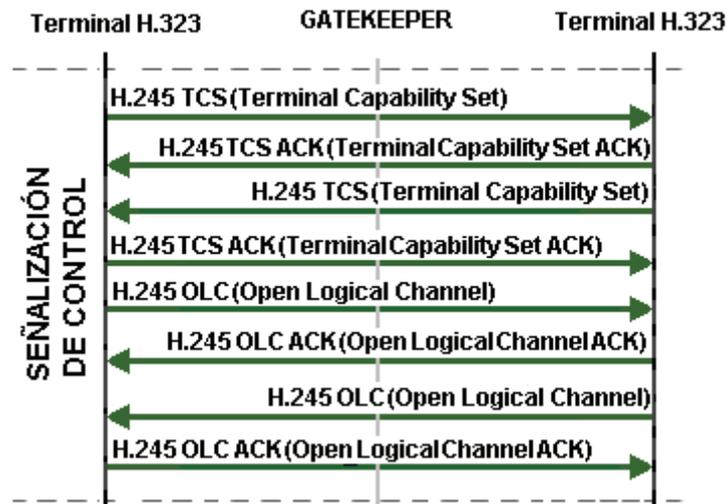


Figura 1.6 Señalización de control de llamada H.323 ^[38]

- Audio

Después del establecimiento de llamada, se realiza la transferencia de información (audio o video) por medio de los protocolos RTP/RTCP. Estos canales lógicos son unidireccionales, por lo que para una comunicación bidireccional se requiere abrir un canal en cada dirección de transmisión.

La transferencia de la voz se realiza directamente entre los *endpoints* en la cual no interviene el *gatekeeper*, pues su función es solo la de señalización.

En la figura 1.7 se muestra la transferencia de la voz de una llamada H.323.

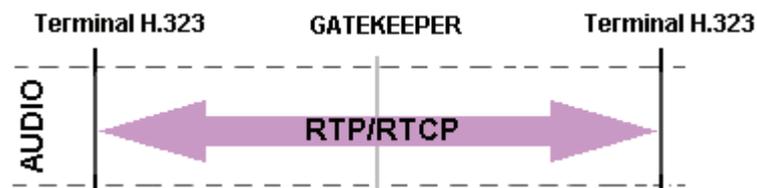


Figura 1.7 Fase Audio en una llamada H.323 ^[39]

- Desconexión

En esta fase, cualquier usuario activo en la comunicación puede iniciar el proceso de finalización de llamada mediante mensajes H.245: *Close Logical Channel* y *End Session Command*.

Luego se usa el H.225 para cerrar la conexión con el mensaje *RELEASE COMPLETE*. Finalmente se liberan los registros con el *gatekeeper* utilizando mensajes del protocolo RAS: *DRQ* (*Delete Request*) y *DCF* (*Delete Confirm*).

En la figura 1.8 se muestra la desconexión de una llamada H.323.

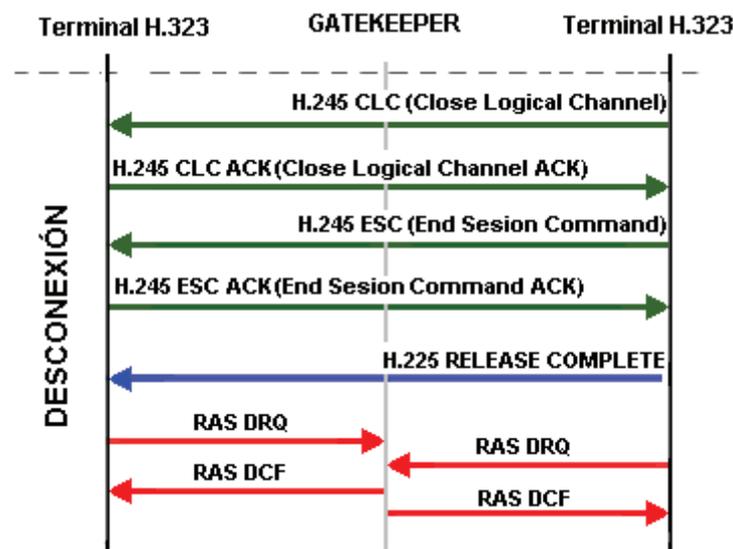


Figura 1.8 Desconexión de llamada H.323 ^[40]

1.3 CODIFICADORES DE AUDIO (CODECS) ^[41]

La voz o el video tienen que codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de codecs que garanticen la codificación y compresión del audio o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el codec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos

transmitidos. A mayor velocidad de datos, la calidad de voz es más alta, tal como se lo indica en la tabla 1.2.

Codec	Algoritmo	Velocidad [Kbps]	Retardo de empaquetado [ms]	Calidad ofrecida
G.711u-a	PCM (<i>Pulse Code Modulation</i>)	64	1	Muy buena
G.726-32	ADPCM (<i>Adaptive Differential PCM</i>)	32	1	Muy buena
G.729	CS-ACELP (<i>Conjugate Structure Algebraic CELP</i>)	8	25	Buena
G.723.1	MP-MLQ (<i>Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization</i>)	6.3	67.5	Buena
	ACELP (<i>Algebraic Code Excited Linear Prediction</i>)	5.3	67.5	Media

Tabla 1.2 Codecs más usados en VoIP ^[42]

- G.711 (*u-law* y *a-law*)

G.711 es un estándar de la ITU que usa la modulación PCM. Éste es un codec de alto consumo de ancho de banda (64 kbps que corresponde a un canal de voz ISDN), y que realmente no utiliza técnicas de compresión para la voz, por lo que es el codec más económico en cuanto a recursos de procesamiento se refiere. Estas dos características hacen que G.711 ofrezca la máxima calidad en comparación con cualquier otro codec de audio utilizado en VoIP.

Su uso es tan común que prácticamente todos los dispositivos comerciales de comunicación para VoIP en el mercado lo soportan, a pesar de su enorme consumo de ancho de banda.

Es la práctica es muy común utilizarlo para comunicación entre terminales dentro de la misma LAN, pues la facilidad de proceso de llamadas y la calidad adicional son beneficios que no se equiparan al consumo adicional de ancho de banda.

- G.723.1

G.723.1 requiere una velocidad de transmisión muy baja ofreciendo una calidad de audio buena. Este codec presenta dos tipos diferentes de compresión: el primero utiliza el algoritmo de compresión CELP y tiene una tasa de bit de 5.3 kbps, y el segundo utiliza el algoritmo MP-MLQ y proporciona una mejor calidad de sonido con una tasa de bit de 6.3 kbps.

- G.729A

Se trata de otro codec de bajo consumo de ancho de banda, con una tasa de bits de 8 kbps. Utiliza una técnica conocida como CS-ACELP, la cual reduce el tamaño de la señal de entrada en una razón de 8:1 con una calidad similar al codec GSM.

G.729A requiere una potencia de ordenador más baja que G.729 y G.723.1. Tanto G.729 como G.729A tienen un tiempo de procesamiento más bajo que G.723.1. Por lo que se espera que G.729A tenga un impacto mayor en la compresión de voz para su transmisión sobre redes inalámbricas.

Este codec posee un soporte muy amplio por parte de dispositivos comerciales, utilizándolo normalmente como el estándar en cuanto a codecs de bajo consumo se refiere. Una de sus grandes desventajas, es que se trata de un codec propietario, por lo que su implementación y uso requiere de licencia.

Las aplicaciones que utilizan el codec G.729 incluyen telefonía digital, comunicaciones vía satélite y *wireless*, y Voz sobre *Frame Relay* (VoFR).

- G.726

G.726 usa como técnica de codificación ADPCM, la cual utiliza estimaciones basándose en muestras cuantificadas consecutivas para reducir el ancho de banda. El G.726 ofrece diferentes velocidades dependiendo del número de

muestras cuantificadas, incluyendo 40 kbps, 32 kbps, 24 kbps y 16 kbps. Se adapta bien a interconexiones con PBX y la tasa más utilizada es 32 kbps.

- G.728

G.728 fue diseñado especialmente para aplicaciones de baja latencia. G.728 codifica una señal de audio para ser transmitida a 16 Kbps. Es utilizada en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps. Con un requisito de ordenador más alto, el G.728 proporciona la misma calidad del G.711 a un cuarto de su velocidad de transmisión.

- ILBC (*Internet Low Bit rate Codec*)

Se trata de un codec *Open Source* libre y gratuito. Está diseñado para trabajar con anchos de banda muy reducidos, los cuales dependen del tamaño de muestra utilizada (20 o 30 ms). Trabajando con bloques de 20 ms, su velocidad es de apenas 15.20 kbps (303 bits empaquetados en 38 bytes), mientras que con 30 ms se reduce aún más, llegando a los 13.33 Kbps (399 bits en 50 bytes).

Una de las características importantes en lo que a calidad se refiere, es que este codec permite degradación suave de la voz, ocasionada por pérdida o retraso de paquetes. La degradación suave se logra con una extra/interpolación de los paquetes faltantes, permitiendo así que su uso sea sumamente apto para tráfico de VoIP.

Entre sus desventajas es necesario nombrar que es un codec reciente, por lo que su soporte en dispositivos comerciales es muy reducido. Otra desventaja es su complejidad, y el reducido consumo de ancho de banda que requiere una cantidad importante de procesamiento, por lo que mantener numerosas llamadas concurrentes con este codec puede ocasionar el agotamiento de ciclos del procesador fácilmente.

- GSM

El codec GSM original es conocido como RPE-LTP (*Regular Pulse Excitation Long-Term Prediction* - Excitación por pulsos regulares con predicción a largo plazo). Este codec utiliza información de muestras previas (la cual no cambia muy rápidamente) para poder predecir la muestra actual. La señal de voz es dividida en bloques de 20 ms y enviada al codec para su compresión. Los paquetes de voz son bloques de 260 bits, y al comparar con los intervalos de muestreo se obtiene una velocidad del orden de los 13.3 kbps para este codec.

- SPEEX

Es un codec *Open Source*, no patentado, específicamente diseñado para tratar con la conversión de voz a datos. Creado a partir de un proyecto como una alternativa a los codecs propietarios de alto costo. Además de estar adaptado a las aplicaciones de Internet, provee características útiles que no se encuentran en otros codecs como: tratado de paquetes perdidos, codificación en estéreo, uso de bit rate variable, transmisión discontinua, detección de actividad de voz (no transmite cuando no hay voz presente).

Speex se basa en CELP y ofrece velocidades de transmisión desde 2 hasta 44 kbps, y tiene 3 diferentes formatos: banda angosta (8 KHz), banda ancha (16 KHz) y banda ultra-ancha (32 KHz).

1.4 CAUSAS DE DESCONEXIÓN

1.4.1 PROTOCOLO Q.931 (*DIGITAL SUBSCRIBER SIGNALING*)

Q.931 forma parte del protocolo H.225.0. Fue definido inicialmente para señalización en los procedimientos de establecimiento de llamada en acceso RDSI. Comúnmente las llamadas son enviadas sobre TCP por el puerto 1720 y sobre este puerto se inician los mensajes de control de llamada Q.931 para la conexión, mantenimiento y desconexión de llamadas entre terminales.

Es un protocolo muy usado en varios sistemas que pasan tráfico de voz y es de gran utilidad para establecer la causa de desconexión de una llamada. Dependiendo del código mostrado en el registro de llamadas se tiene una idea del cierre de la misma, esto ayuda a solucionar varios problemas que surgen al inicio del enrutamiento de llamadas hacia un terminal. Así por ejemplo si el registro de llamadas arroja como la causa de cierre el código 34, significa que no existen más canales disponibles en el equipo por lo tanto se debe abrir más canales o limitar el tráfico hacia este equipo. El código 17 significa que la línea estaba ocupada con otra llamada, por lo tanto no se estableció la comunicación. Gracias a estos mensajes se pueden detectar los problemas más comunes y solucionar muchos inconvenientes a la hora de cursar tráfico. Las causas de desconexión de llamada se pueden apreciar en el Anexo A

1.5 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA RED GSM

1.5.1 INTRODUCCIÓN A GSM

GSM (*Global System for Mobile Communications*) es un estándar europeo desarrollado para la comunicación móvil. Actualmente adoptado por más de 60 países, es considerado como el estándar mundial para teléfonos móviles digitales.

El estándar es abierto, no propietario y evolutivo. Los canales de voz como las señales son digitales asegurando un nivel de seguridad mejorado.

Una de las características más atractivas de GSM es la capacidad de soportar *Roaming*, la cual permite al usuario poder recibir y realizar llamadas desde cualquier país sin necesidad de cambiar el equipo móvil manteniendo su número telefónico que le fue asignado en el país de origen.

Los teléfonos GSM actuales pueden ser controlados fácilmente por un conjunto de comandos estandarizados Hayes AT, mediante cable o mediante una conexión inalámbrica (IrDA o *Bluetooth*).

GSM básicamente fue desarrollado para aplicaciones de voz, aunque puede ser usado para transmitir datos desde las unidades esclavas a un sistema maestro, o para transmitir datos desde o entre mecanismos adaptados (ejemplo: parquímetros, alarmas, sensores RFID ⁸, etc.).

Estas características hacen de GSM muy importante especialmente para el sector industrial, sobre todo en las comunicaciones entre máquinas M2M (*Machine to Machine*). Este campo de aplicación es prácticamente ilimitado.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en la banda: GSM-850 (850 MHz), GSM-900 (900 MHz), GSM-1800 (1800 MHz) y GSM-1900 (1900 MHz).

GSM-900 y GSM-1800 son utilizadas en la mayor parte del mundo, a excepción de Estados Unidos, Canadá y el resto de América Latina que utilizan CDMA o GSM-850 y GSM-1900. En EE.UU. las bandas de 900 MHz y 1800 MHz están ocupadas para usos militares. ^[43]

Inicialmente, GSM utilizó la frecuencia de 900 MHz con 124 (canales) pares de frecuencias separadas entre sí por 200 KHz (canal 0), pero después las redes de telecomunicaciones públicas utilizaron las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los teléfonos móviles de hoy en día sean tribanda.

Estos canales recibieron una numeración conocida como ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*).

Las frecuencias portadoras de los canales de RF (*Radio Frequency*) son moduladas en 0,3 GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) por una señal digital de 270,833 Kbps.

En el dominio del tiempo, esta señal digital de 270,833 Kbps está dividida en 8 *slots* de tiempo (8 usuarios/16 usuarios multiplexados) posibilitando el uso del sistema TDMA (*Time Division Multiple Access*) con 8/16 canales por portadora.

⁸ **RFID (*Radio Frequency IDentification*):** Es un sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos, en la que se transmite la identidad de un objeto (número de serie único) mediante ondas de radio. ^[44]

Estas características hacen de GSM una combinación de FDMA y TDMA.

Para minimizar las fuentes de interferencia y conseguir una mayor protección se utiliza FH (*Frequency Hopping*) o salto en frecuencia entre canales, con una velocidad máxima de 217 saltos/s y siempre bajo mandato de la red. Con FH el ancho de banda instantáneo es pequeño, pero se logra una dispersión de la señal a través del tiempo que parece que ocupa un ancho de banda muy grande.

GSM tiene 3 tipos de codificadores de voz: *Enhanced Full Rate* (EFR), *Full Rate* a 13 Kbps, y *Half Rate* a 9,6 Kbps. Generalmente una llamada de voz utiliza el codificador de 13 Kbps, que posteriormente se incrementa hasta 22.8 Kbps cuando se introducen los códigos de detección de errores.

En la red GSM, la transmisión de datos se puede realizar de dos maneras: no transparente y transparente. En la primera de ellas, un protocolo de corrección de errores denominado RPL (*Radio Link Protocol*) garantiza una transmisión correcta y segura de los datos, pero a costa de cierto retardo en la entrega. En la segunda de ellas, la transparente, no se utiliza protocolo de corrección de errores, por lo que no existe mayor retardo en la transmisión. ^[45]

Fácilmente el usuario puede utilizar el móvil GSM como un módem de 9,6 Kbps para una conexión de datos, y puede alcanzar una velocidad de 12 Kbps en una transmisión no transparente. Si se incorpora GPRS se puede llegar a tener 115 Kbps.

Las implementaciones más veloces de GSM se denominan GPRS y EDGE, también denominadas generaciones intermedias o 2.5G, que conducen hacia la tercera generación 3G o UMTS.

1.5.3 ARQUITECTURA DE RED ^[46]

La arquitectura GSM consta de varios Subsistemas:

- *Mobile Station (MS)*

Se trata de teléfonos o equipos digitales que pueden ir integrados como terminales en vehículos y otras aplicaciones. Consta de un dispositivo SIM (*Subscriber Identify Module*) que es una tarjeta inteligente que proporciona la información de servicios e identificación en la Red.

- *Base Station Subsystem (BSS)*

Es una colección de dispositivos que soportan el interfaz de radio de redes de conmutación. Los principales componentes del BSS son:

1. *Base Transceiver Station (BTS)*: Consta de los módems de radio y el equipo de antenas.
2. *Base Station Controller (BSC)*: Gestiona las operaciones de radio de varias BTS y conecta a un único NSS (Subsistema de Conmutación y Red)

- *Network and Switching Sub-System (NSS)*

Proporciona la conmutación entre el subsistema GSM y las redes externas (PSTN, ISDN entre otras) y junto con las bases de datos gestionan la movilidad de los abonados. Los componentes son:

1. *Mobile Switching Centre (MSC)*: Contiene las funciones de conmutación y control de llamada así como también el control de las funciones de movilidad.
 2. *Gateway MSC (GMSC)*: Conecta la red con otras redes a través de otros operadores.
 3. *SMS-Interworking MSC (SMS-IWMSC)* y *SMS-Gateway (SMS-GMSC)*: Para el servicio de mensajes cortos. Por lo que están conectados al *Centro de Servicios de Mensajería Corta (SM-SC)*.
-

-
4. *Service Control Point (SCP)* y *Service Selection Point (SSP)*: Contienen funciones de Redes Inteligentes IN.
 5. *Equipment Identity Register (EIR)*: Contiene la información de cada uno de los terminales, éstos son validados a través de su IMEI (*International Mobile Equipment Identity*).
 6. *Authentication Centre (AuC)*: Gestiona los parámetros de autenticación del usuario y del cifrado de datos. El AuC está directamente unida al HLR.
 7. *Home Location Register (HLR)*: Contiene en forma permanente el perfil del usuario y la localización del mismo.
 8. *Visitor Location Register (VLR)*: Contiene un subsistema de datos relativos al perfil del usuario (localizado en el HLR) y datos de gestión de movilidad de los usuarios activos en el Área de Localización (LA) que éste controla. El VLR está generalmente integrada en el MSC.

Las bases de datos de HLR y VLR se interconectan utilizando la Red de Control SS7.

- *Operations Sub-System (OSS)*
 1. *Network Management Centre (NMC)*: Responsable de las funciones de gestión y operación de toda la red.
 2. *Operation and Maintenance Centre (OMC)*: Encargado del mantenimiento y la gestión de los equipos móviles tipo propietario. También cumple funciones de *billing* (facturación).

1.5.4 CANALES LÓGICOS GSM^[47]

En el sistema GSM, ningún canal de RF o *time slot* está designado a priori para una tarea particular. La información del usuario (voz y datos) y los datos de control de señalización son transmitidos en dos tipos básicos de canales lógicos que van a ocupar la estructura del *frame* TDMA: canal de tráfico (TCH) y canal de control (CCH).

1.5.4.1 Canales de tráfico

- TCH (*Traffic Channel*)
 1. TCH/Fs (*Traffic Channel Full rate Speech*)
 2. TCH/Hs (*Traffic Channel Half rate Speech*)
 3. TCH/F (*Traffic Channel for Data transmission at Full rate*)
 4. TCH/H (*Traffic Channel for Data transmission at Half rate*)

Los canales de tráfico soportan dos tasas de información: Full y Half, posibilitando que un canal de RF tenga de 8 canales (*Full rate*) a 16 (*Half rate*). *Half rate* es implementado por la ocupación alternada del mismo *slot* físico por dos canales lógicos. La tabla 1.3 muestra la velocidad de información para los canales de tráfico.

	Full rate [Kbps]	Half rate [Kbps]
Voz	13	11.4
Datos	9.6 , 4.8 y 3.6	4.8 y 2.4

Tabla 1.3 Velocidad para los canales TCH^[48]

1.5.4.2 Canales de control^[49]

- BCH (*Broadcast Channel*)
 1. BCCH (*Broadcast Control Channel*): Comunica desde la estación base al móvil la información básica y los parámetros del sistema.
 2. FCCH (*Frequency Correction Channel*): Comunica al móvil desde la BS, la frecuencia portadora de la BS.
 3. SCCH (*Synchronization Control Channel*). Informa al móvil sobre la secuencia de *training* vigente en la BS, para que el móvil la incorpore a sus ráfagas y compensar el efecto de múltiples caminos.
-

- DCCH (*Dedicated Control Channels*)
 1. SACCH (*Slow Associated Control Channel*): Transmite información no prioritaria; por ejemplo cambios de control del móvil, medidas de potencia y calidad.
 2. FACCH (*Fast Associated Control Channel*): Transmite información prioritaria como por ejemplo mensajes de *handover*.
 3. SDCCH (*Stand-Alone Dedicated Control Channel*): Transporta mensajes de señalización en la fase que precede la activación de la llamada.

- CCCH (*Common Control Channels*)
 1. PCH (*Paging Channel*): Permite a la BS avisar al móvil que hay una llamada entrante hacia el terminal.
 2. RACH (*Random Access Channel*): Alberga las peticiones de acceso a la red del móvil a la BS.
 3. AGCH (*Access-Grant Channel*): Procesa la aceptación o rechazo de la BS de la petición de acceso del móvil.

- CBC (*Cell Broadcast Channels*)

Se utilizan para transmitir mensajes alfa numéricos cortos a todos los móviles en un *set* de celdas específicas pertenecientes a un área de cobertura de red.

1.5.5 TARJETA SIM ^[50]

La SIM es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles lo que posibilita cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

Una SIM almacena información específica de la red usada para autenticar e identificar a los suscriptores en ella, siendo la más importante el ICC-ID, el IMSI, la clave de autenticación (Ki), la identificación de área local (LAI), el algoritmo de generación de claves de cifrado A8, el algoritmo de autenticación A3 y el Número de Identificación Personal (PIN).

La tarjeta SIM también almacena otros datos específicos del operador como el número del SMSC (centro de servicio de mensajes cortos), el nombre del proveedor de servicio (SPN), los números de servicio de marcado (SDN) y las aplicaciones de servicios de valor añadido (VAS). Las correspondientes descripciones están disponibles en la especificación GSM 11.11.

1.5.5.1 ICCID (*International Circuit Card ID*)

El Identificador Internacional de la Tarjeta de Circuitos identifica a cada SIM como única en el mundo. Los ICC-IDs se almacenan en las tarjetas SIM y también se graban o imprimen sobre el cuerpo de plástico de las mismas en un proceso de personalización.

1.5.5.2 IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*)

La Identidad Internacional del Suscriptor Móvil identifica a cada SIM como único en las redes móviles del operador. Los operadores de telefonía móvil conectan las llamadas a teléfonos móviles y se comunican con sus tarjetas SIM comercializadas usando su IMSI.

La estructura del IMSI es la siguiente:

- MCC (*Mobile Country Code*): Código para identificar el país.
 - MNC (*Mobile Network Code*): Código para identificar al operador de telefonía móvil que utiliza GSM, CDMA, UMTS y ciertas redes satelitales.
 - MSIN (*Mobile Subscriber Identification Number*): Identifica al abonado y es usado por cada operador.
-

La tabla 1.4 contiene la lista de operadores de telefonía móvil en el Ecuador con sus correspondientes códigos MCC-MNC.

MCC	MNC	Operador
740	00	Movistar
740	01	Porta
740	02	Alegro

Tabla 1.4 Códigos MCC-MNC asignados al Ecuador ^[51]

1.5.5.3 *Authentication key (Ki)*

La clave de autenticación individual del abonado es un valor de 16 bytes usado para autenticar las tarjetas SIM en la red móvil. Cada tarjeta SIM tiene una Ki única asignada por el operador durante el proceso de personalización. Una copia del Ki también se almacena en la base de datos de la AUC (*Authentication Center*).

- Proceso de autenticación
 1. Cuando una MS es captada por una VLR, ésta envía el IMSI al HLR correspondiente a través de SS7.
 2. Desde ese momento empieza a trabajar en el HLR, el AUC.
 3. El AUC busca en su base de datos el IMSI y la clave de autenticación (Ki) relacionada.
 4. Luego el AUC genera un número aleatorio (RAND) y lo firma con la Ki de la SIM, generando así un número conocido como SRES_1 (*Signed Response1*).
 5. El móvil cliente de la red envía el RAND a la tarjeta SIM, que también lo firma con su Ki y envía el resultado (SRES_2) de vuelta al operador de la red.
-

-
6. El operador de la red compara su SRES_1 con el SRES_2 generado por la tarjeta SIM. Si los dos números coinciden la SIM es autenticada y se le concede acceso a la red.
 7. Con el SRES y con el algoritmo A8 se genera una clave para cifrado Kc por cada llamada.

Cuando la MS es autenticada, la VLR asigna un TMSI (*Temporary Mobile Subscriber Identity*) al MS, y mientras dependa del mismo VLR, el TMSI será utilizado para todas las transacciones que se vayan realizando.

El algoritmo criptográfico que se usa en el estándar GSM para calcular el SRES_2 tiene un punto débil, permitiendo la extracción de la Ki de la tarjeta SIM, permitiendo la clonación de la misma.

1.5.5.4 Location Area Identity (LAI)

Las redes de los operadores están divididas en áreas locales, cada una de las cuales tiene un número LAI único. Cuando el terminal móvil cambia su ubicación de un área local a otra, almacena su nuevo LAI en la tarjeta SIM y la envía al operador para informar a la red de su nueva localización. Si el terminal se apaga y se vuelve a encender, recuperará la información de la tarjeta SIM y buscará la LAI en la que estaba. Esto ahorra tiempo al evitar tener que buscar toda la lista completa de frecuencia como se haría por defecto.

1.5.5.5 Personal Identity Number (PIN) ^[52]

Es un código de acceso de 4 a 8 dígitos el cual puede ser usado como un mecanismo de seguridad para acceder al uso de la línea telefónica.

Este código es únicamente conocido por el usuario y no es almacenado en ninguna base de datos de la red. A veces el operador asigna un código PIN por defecto, 1111 en caso de PORTA y 1234 en caso de MOVISTAR Ecuador.

También existe el llamado PIN2, es un código de acceso de 4 a 8 dígitos el cual es usado para acceder a ciertos servicios como la activación del costo de la llamada. Este código solo es conocido por la operadora y no está disponible para las personas comunes.

Si se ingresa el PIN erróneamente tres veces seguidas, el SIM será bloqueado y solo se podrá desbloquearlo ingresando el PUK (*Personal Unblocking Key*). El PUK consta de 8 dígitos y puede ser consultado en la operadora móvil.

Si se ingresa el PUK erróneamente 10 veces seguidas, el SIM queda bloqueado definitivamente.

1.5.6 SEGURIDAD ^[53]

La seguridad en GSM consta de los siguientes aspectos:

1. Autenticación de la Identidad del Abonado
2. Confidencialidad de la Identidad del Abonado
3. Confidencialidad de los Datos de Señalización
4. Confidencialidad de los Datos del Usuario

El abonado se le identifica de forma única utilizando el IMSI y junto con la clave Ki constituyen las credenciales de identificación sensible.

El diseño de los esquemas de cifrado y autenticación es tal que esta información sensible generalmente no se transmite por el canal de radio. En su lugar se utiliza un mecanismo de petición de identidad - respuesta de identidad para realizar la autenticación.

Las conversaciones reales se cifran utilizando una clave temporal de cifrado generada aleatoriamente (K_c), la misma que es diferente para cada llamada. La Estación Móvil se identifica por medio TMSI asignado por el VLR mediante cifrado y puede cambiarse al cambiarse de VLR.

Los mecanismos de seguridad de GSM se implementan en tres elementos diferentes del sistema:

1. El Módulo de Identificación del Suscriptor (SIM):
2. La Estación Móvil
3. La Red GSM

En el módulo SIM se encuentran las entidades de seguridad: IMSI, Ki, PIN y algoritmos A8 y A3. La Estación Móvil dispone del algoritmo de cifrado A5. En la red GSM también están presentes los algoritmos A3, A5 y A8.

Dentro de la red GSM, la información de seguridad se distribuye entre el AUC, HLR y el VLR. El Centro de Autenticación (AUC) es responsable de generar los conjuntos de RAND (Número aleatorio), SRES (Respuesta Firmada) y Kc (Clave para Cifrado) que se encuentran almacenados en el HLR y en el VLR para su utilización posterior en los procesos de autenticación y cifrado.

Esta distribución de credenciales de seguridad y de algoritmos de cifrado proporciona una medida adicional de seguridad para asegurar la privacidad de las conversaciones telefónicas celulares y la prevención de fraude en la telefonía celular.

1.5.7 PROCESOS DE UN MÓVIL ^[54]

1.5.7.1 Proceso de activación del móvil

- El Móvil busca canales de transmisión (BCH)
 - Sincroniza la Frecuencia y el Tiempo
 - Decodifica subcanales BCH (BCCH)
 - Verifica si la SIM está autorizada por la Red
 - Actualiza la Ubicación
-

-
- Autenticación

1.5.7.2 Proceso de llamada desde el móvil

- El Móvil transmite RACH
- La asignación de Canal se indica en BCH (AGCH)
- El Móvil y la Radio Base se comunican en SDCCH
- Autenticación
- Intercambio de información de control de llamada
- Verificación del IMEI
- Liberación de la señalización establecida por SDCCH
- El Móvil es asignado a un canal de tráfico (TCH)
- Los datos de voz son enviados y recibidos
- Establecimiento de conexión de señalización en SACCH asociado al canal de tráfico

1.5.7.3 Proceso de llamada al móvil

- GMSC realiza la función de interrogación al HRL
 - GMSC enruta la llamada hacia MSC/VLR
 - MSC/VLR inicia el procedimiento de *Paging*
 - MS realiza un procedimiento de acceso
 - MSC procede a la autenticación del MS
 - Se asigna un canal de tráfico
-

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL MERCADO Y REQUERIMIENTOS

2.1 FACTIBILIDAD DE BRINDAR SERVICIOS DE TERMINACIÓN CELULAR DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO

Para implementar cualquier servicio se debe tener en cuenta aspectos socio-económicos y aspectos técnico-legales. Una forma simple de ver la situación de implementar un servicio o no, es conocer si existe demanda del servicio y el medio tecnológico para su implementación.

Por lo tanto los factores para determinar la factibilidad técnica del sistema VoIP-Celular son:

- Crecimiento de la telefonía celular

El crecimiento de la telefonía móvil en pocos años hace de éste el medio ideal para la prestación de diversos servicios como lo son la comunicación entre abonados, telefonía internacional, sistemas de localización, sistemas de monitoreo de parámetros biométricos, sistemas de telemarketing y encuestas de opinión entre otras. Esto hace de este medio uno de los más útiles para brindar los servicios mencionados aún en las zonas más remotas donde no es posible la entrada de telefonía fija por infraestructura o por costos.

La tabla 2.1 y la figura 2.1 muestran el grado de desarrollo de Telefonía Móvil en Ecuador medido por la densidad telefónica móvil (líneas celulares/100 habitantes). Los datos de población desde el 2002 son proyecciones a partir del VI Censo de Población 2001 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Los datos de abonados de Telefonía Móvil en el Ecuador (incluye líneas activas de voz, datos y terminales de uso público) pertenecen al CONATEL y están actualizados hasta mayo de 2009.

Año	Población	Abonados de Telefonía Móvil	Densidad
2001	12 156 608	859 152	7,07
2002	12 660 728	1 560 861	12,33
2003	12 842 578	2 409 309	18,76
2004	13 026 891	3 559 652	27,33
2005	13 215 089	6 275 081	47,48
2006	13 408 270	8 529 678	63,62
2007	13 605 485	10 004 573	73,53
2008	13 805 095	11 692 248	84,70
2009	13 888 225	12 274 935	88,38

Tabla 2.1 Estadísticas del Servicio Móvil en Ecuador

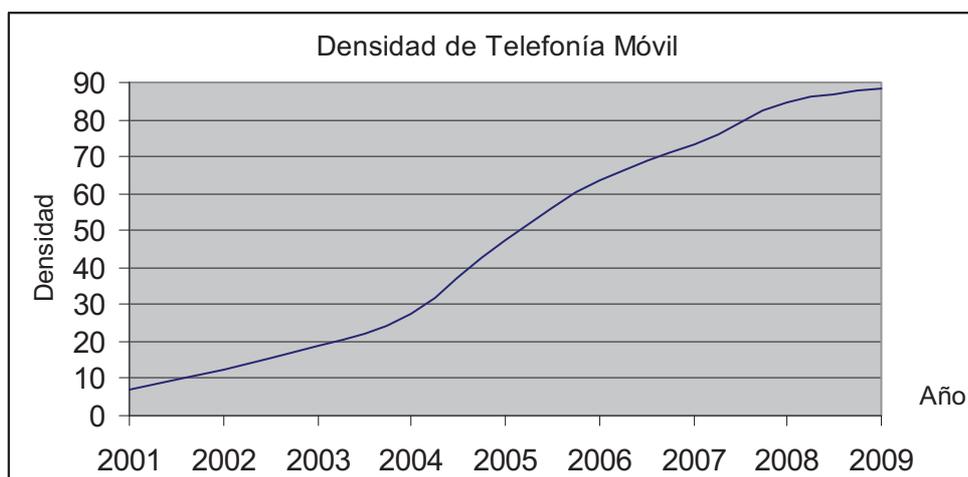


Figura 2.1 Estadísticas de la densidad de Telefonía Móvil en Ecuador

- Crecimiento del número de llamadas internacionales

Uno de los efectos de la globalización y de la emigración en el país es el aumento en el número de llamadas internacionales en muy pocos años, así lo muestra la figura 2.2. Los datos sugieren que un negocio vinculado a este tipo de servicio sería muy atractivo económicamente.

En las estadísticas de los años 2005, 2006, 2007 y 2008 se ha considerado el tráfico telefónico internacional cursado desde y hacia las redes móviles celulares.

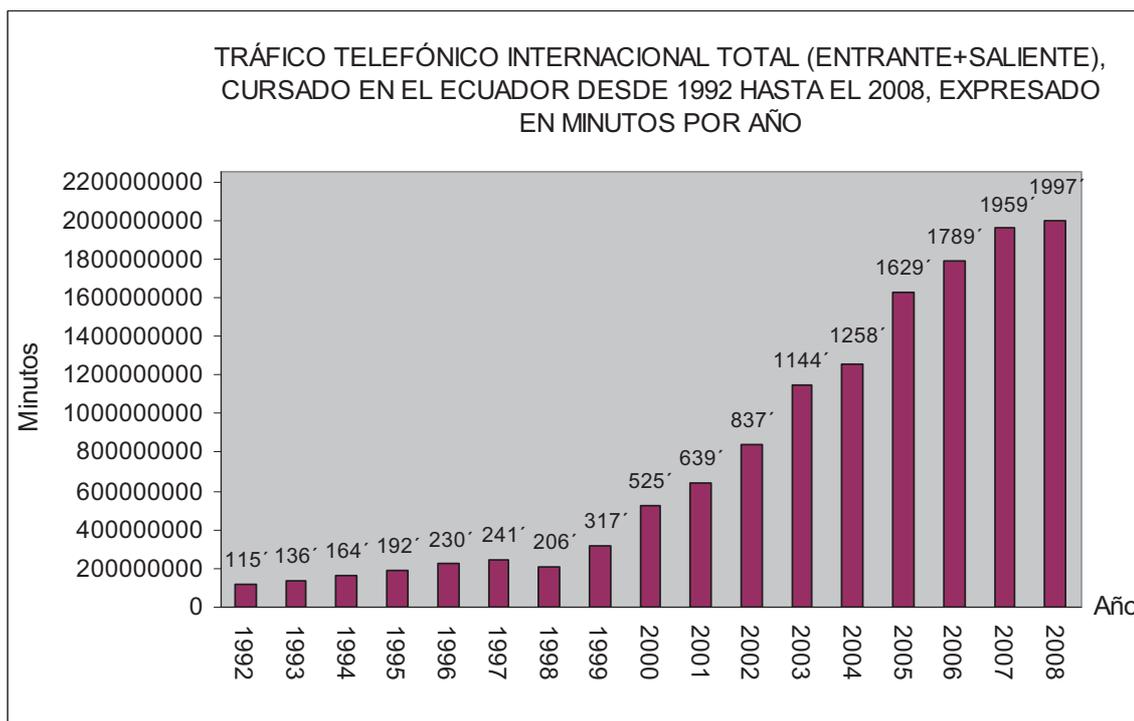


Figura 2.2 Tráfico Telefónico Internacional en Ecuador ^[55]

- Desarrollo acelerado de la tecnología VoIP

En los países desarrollados el número de llamadas fijas es menor que las llamadas móviles y no cabe duda que las llamadas a través de VoIP superen en algunos años a las móviles. El crecimiento progresivo de la tecnología VoIP a nivel global es un hecho, por citar algunos ejemplos en España e Italia alrededor del 75% del acceso a la Internet es VoIP, 20% en Brasil, Argentina, México y el 10% en Colombia según un estudio realizado por *InSites Consulting*. ^[56]

La Industria de VoIP está enfocada a la necesidad y a los costos que exigen las telecomunicaciones actuales, en tal virtud se han desarrollado equipos, hardware y software compatibles con toda la tecnología de telecomunicaciones existente yendo a la par con ella y superándola. Así por ejemplo se puede desarrollar equipos de conmutación de llamadas relativamente baratos tan eficientes como los equipos comerciales.

Las soluciones en base a VoIP son eficientes, novedosas y económicamente rentables. Un ejemplo de ello es la comunicación a través de terminales VoIP con acceso a redes de Telefonía Fija y Móvil local desde cualquier parte del mundo a costos relativamente bajos.

2.2 REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA BRINDAR SERVICIOS DE VOZ Y BILLING

En el presente Proyecto de Titulación, el sistema de VoIP con terminación celular, requiere de los siguientes componentes:

- *Gateway* H.323: Es el encargado de gestionar los paquetes de voz IP y sirve de interfaz entre la red IP y la red GSM. Éste no necesariamente es un equipo comercial, por lo que puede ser sustituido por un Servidor Asterisk, un *Gatekeeper* o un Servidor H.323 Linux.
 - *Gateway* GSM: Es la interfaz encargada de la transmisión y recepción de la voz localmente.
 - Bases celulares y estaciones móviles personales: Cumplen las funciones básicas de un *gateway* GSM, por lo que se considera como su sustituto.
 - Internet: Este servicio es una conexión eficiente que no debe tener un retardo superior a los 150 ms.
 - Ancho de Banda: Comercialmente, es la velocidad de transmisión o navegación contratada a un ISP, y debe ser lo suficiente para garantizar el flujo de todos los canales de voz.
 - *Software* de monitoreo: Es una herramienta de monitoreo gráfico de las llamadas cursadas, brindando una serie de alarmas en caso de corte o saturación del tráfico. Este software es muy útil pero no es necesario.
 - Sistema de tarificación: Conocido comúnmente como *Billing*, es un software con el cual se controla los minutos consumidos y asignados a un
-

determinado cliente VoIP. Si no se dispone de un sistema de *billing* se puede utilizar el registro de llamadas para realizar la tarificación.

- CDR (*Call Detail Recording*): Es una base de datos importante, en la cual se detallan las características de cada llamada y su duración. Por lo general cada equipo de VoIP posee un CDR propio, y puede ser utilizado para el *billing*.
- Título habilitante o Registro para brindar el servicio de VoIP con las respectivas entidades reguladoras en telecomunicaciones y la Autorización o Convenio con la Operadora Móvil para cursar tráfico a través de sus redes. También se necesitarán de los respectivos documentos administrativos que se requieren dependiendo del Marco Regulatorio del país donde se implementará el sistema de telefonía propuesto.
- *Carrier* de VoIP: Es un proveedor de VoIP que garantiza el enrutamiento de tráfico desde su *Softswitch* hasta los equipos de terminación. Obtener un buen *Carrier* es fundamental y exige niveles de calidad altos, entre ellos el ALOC (*Average Length of Call*) y el ASR (*Answer Seizure Ratio*).

El Anexo B muestra los requerimientos necesarios para iniciar las relaciones comerciales y técnicas con un proveedor de VoIP.

2.2.1 MAGNITUDES DE MEDIDA DE CALIDAD ^[57]

Las magnitudes de medida de la calidad de funcionamiento de las redes y de la QoS del servicio telefónico se pueden dividir en dos grupos:

- Magnitudes relativas a la conectividad, siendo la principal el ASR.
 - Magnitudes relativas a la claridad de la llamada, siendo la principal el ALOC.
-

2.2.1.1 ASR (*Answer Seizure Ratio*)

El ASR (Rec. UIT-T E.425) es la tasa obtenida de la relación entre las llamadas completadas y el total de intentos de llamada. Es utilizado para medir capacidad de establecer una conexión con el usuario, es decir la capacidad del sistema de comunicaciones para completar llamadas, por lo que es una de las medidas más importantes de la calidad de funcionamiento de la red. Constituye una medición directa de la eficacia del servicio ofrecido y se expresa generalmente como un porcentaje, de la siguiente forma:

$$\text{ASR} = \left(\frac{\text{Llamadas completadas}}{\text{Llamadas totales}} \right) \times 100 \quad [\%]$$

Varios son los factores que influyen en el ASR de una red determinada, entre ellos los propios de la red como fallos en la señalización y la congestión de la red local. También aspectos relacionados con el comportamiento del cliente influyen en el ASR, como por ejemplo la frecuencia con que la línea del abonado está ocupada, la penetración de los dispositivos de respuesta automática que afecta a la frecuencia con que se producen tonos de ausencia de respuesta, la manera de efectuar la marcación y otros rechazos que cuentan como llamadas fallidas influyen en el ASR. Por lo tanto mientras más alto es el valor del ASR, más alta es la estabilidad de la ruta.

Cuando se examina la calidad de funcionamiento de múltiples rutas hacia destinos comunes, cualquier diferencia en ASR debe atribuirse directamente a las redes que intervienen.

Para el Ecuador se ha normado un ASR superior al 60% hacia abonados fijos y superior al 80% hacia abonados celulares. ^[58]

2.2.1.1 ALOC (*Average Length of Call*)

Conocido también como ACD (*Average Call Duration*). Indica la duración media de las llamadas completadas en segundos en un determinado período de tiempo y se expresa de la siguiente forma:

$$\text{ALOC} = \text{Promedio (Duración de las llamadas completadas)} \quad [\text{s}]$$

Cuando se comparan las rutas hacia el mismo destino, llevando cada ruta una porción del tren de tráfico común, lo previsible es que las duraciones medias de la conversación por cada ruta sean más o menos similares. Una diferencia estadísticamente significativa entre los ALOC de dos rutas podría considerarse indicadora de alguna irregularidad. Por lo tanto el ALOC al ser un indicador conveniente de la claridad relativa de una llamada, mientras más alto es su valor más alta es la calidad de la ruta.

El ALOC debería medirse desde el momento de la supervisión de la contestación hasta el momento en que se libera la llamada. Si los sistemas de medición no permiten efectuar la medición desde ese primer momento, el ALOC debería medirse a partir del momento en que se produce la llamada de la troncal. En este caso se toma en cuenta que la duración del establecimiento de la llamada y las variaciones de dicha duración podrían influir en el ALOC. No obstante, puesto que el establecimiento de la llamada dura poco normalmente en comparación con lo que dura la conversación, cualquier error introducido debería ser pequeño. Todas las rutas medidas deberán medirse de la misma manera, con independencia de dónde empieza el intervalo de medición del ALOC.

Varios factores pueden influir en el ALOC, así por ejemplo el tener una ruta en la que se produce un nivel mayor de cortes de llamadas provocados por la red, tendrá un ALOC inferior a la de la ruta de referencia. La utilización de satélites de doble salto o equipos de compresión en el tándem, provocan una reducción de la calidad de la transmisión vocal y pueden ocasionar una disminución del ALOC, al

igual que los problemas relacionados con la señalización, los cambios introducidos en los planes de numeración que pueden tener como resultado llamadas con tiempos de ocupación más breves y otros factores que pueden hacer que difirieran el ALOC de dos rutas.

El ASR y ALOC se definen como mediciones comparativas, en ellos influye mucho el comportamiento del cliente, por lo que no se utilizan como mediciones absolutas a menos que exista un conocimiento cuantitativo importante del comportamiento del cliente, incluidas sus tendencias a largo plazo y los cambios periódicos.

2.3 ANÁLISIS DE LA REGLAMENTACIÓN EXISTENTE

No regular o tener una deficiente regulación de VoIP produce graves consecuencias para el Estado en el sector de las telecomunicaciones.

La ausencia de una reglamentación clara hace que el sistema de VoIP sea usado en forma ilegal por algunas empresas para ofrecer llamadas de larga distancia a precios menores que los ofrecidos por las compañías legalmente reconocidas.

La controversia básicamente no es por el tipo de tecnología que se use para llegar al usuario, en este caso VoIP o por la clasificación que se dé a este tipo de servicio. Ésta se debe a la reducción de los márgenes de ganancia (por servicios de telefonía de larga distancia) de los operadores de telefonía establecidos que han invertido en derechos de concesión, infraestructura y costos de operación. También se debe al hecho de poder utilizar la tarifa local para terminar llamadas internacionales en las redes fijas y móviles (depende del marco legal de cada país).

La legislación de VoIP debe ser aplicable para toda la sociedad en sí, incluido el Estado y no solo para los prestadores de estos servicios. Así las empresas interesadas en prestar el servicio de VoIP tendrán seguridad jurídica para operar.

El rápido crecimiento tecnológico y la apertura de nuevos mercados producen una transición digital en las empresas de telecomunicaciones, obligándolas a emigrar hacia Internet como plataforma de todas sus operaciones, ^[59] ofreciendo varios servicios que en la actualidad se prestan por separado (Ejemplo: televisión, telefonía, Internet, etc.), en un solo paquete. Esta visión hace necesaria una regulación en conjunto a este tipo de servicios, una regulación de acceso a Internet completa.

2.3.1 MARCO REGULATORIO DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR

En el presente Proyecto de Titulación, las principales normas que regulan la Conexión, el uso de equipos de telecomunicaciones, el acceso de aplicaciones sobre la red de Internet, así como también de los delitos e infracciones por incumplir con las normas establecidas, son:

- Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones (L.E.T.R.), Ley No. 184 de agosto de 1995.
 - Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada (R.G.L.E.T.R.), Decreto No. 1790 de septiembre de 2001.
 - Reglamento para el Otorgamiento de Títulos Habilitantes para la Operación de Redes Privadas, Resolución No. 017-02-CONATEL-2002, 29 de enero de 2002.
 - Reglamento para la Prestación de Servicios de Valor Agregado (R.P.S.V.A.), Resolución No 071-03-CONATEL-2002, 20 de febrero de 2002.
 - Reglamento para la Prestación del Servicio Móvil Avanzado (R.P.S.M.A.), Resolución 498-25-CONATEL-2002, 19 de septiembre de 2002.
 - Acceso a Voz sobre Internet, Resolución 491-21-CONATEL-2006, 8 de septiembre de 2006.
 - Reglamento de Interconexión, Resolución No 602-29-CONATEL-2006, 17 de noviembre 2006.
-

-
- Reglamento del Servicio Telefónico de Larga Distancia Internacional (R.S.T.L.D.I.), Resolución 603-29-CONATEL-2006, 17 de noviembre de 2006.
 - Reglamento para la Prestación de Servicios Finales de Telecomunicaciones a través de terminales de telecomunicaciones de uso público (R.P.S.F.T.P), Resolución 604-30-CONATEL-2006, 24 de noviembre de 2006.
 - Reglamento para Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones (R.H.E.T.), Resolución No. 452-29-CONATEL-2007, 25 de octubre 2007.
 - Definición de los términos aplicables a la Prestación del Servicio de Telefonía Fija, Resolución 451-19-CONATEL-2008, 18 de septiembre de 2008.
 - Regulación de los centros de acceso a la información y aplicaciones disponibles en la red de Internet, Resolución No. 132-05-CONATEL-2009, 31 de marzo de 2009.
 - Código Penal del Ecuador.

2.3.1.1 Consideraciones para la prestación de servicios de VoIP

La VoIP es una aplicación de los servicios de multimedia de Internet al igual que lo son los servicios de FTP (*File Transfer Protocol*), HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), VNC (*Virtual Network Computing*), videoconferencia, e-mail, y son considerados como servicios suplementarios a los servicios de valor agregado que en el Ecuador son el servicio de Internet, el servicio de Televotos (Art. 25, R.P.S.V.A.) y el servicio de Audio texto (Art. 1, Regulación del Servicio de Audio texto, Resolución 495-19-CONATEL-2004, 8 de Septiembre de 2004).

El Marco Regulatorio de las Telecomunicaciones del Ecuador define y regula VoIP (Resolución 491-21-CONATEL-2006), y prácticamente la limita (Art. 3 y

Art. 4, Resolución 132-05-CONATEL-2009; Art. 5, Resolución 491-21-CONATEL-2006).

Los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador son: servicios finales y portadores (Art. 3, R.G.L.E.T.R.), los mismos que sirven para brindar servicios de telefonía, servicios de valor agregado, servicios de reventa, servicios de reventa limitada, servicios públicos, servicios al público.

La prestación de servicios de VoIP con posibilidad de llamar a usuarios IP, fijos y celulares tal como lo hacen Net2phone y otras empresas a fin, podría ser considerado como reventa de servicios de telecomunicaciones y por lo tanto para su operación se requeriría de su inscripción en el Registro Público de Telecomunicaciones a cargo de la SENATEL (Art. 8, R.G.L.E.T.R.).

Para los Planes de Expansión de las operadoras de telefonía fija, se denomina al canal de voz que utiliza tecnología IP como Línea Nueva. Resolución 451-19-CONATEL-2008.

2.3.1.2 Consideraciones para la Conexión

La Conexión permite el acceso a una red pública de telecomunicaciones desde la infraestructura de los prestadores de los servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas, cuyos sistemas sean técnicamente compatibles. Art. 35, R.G.L.E.T.R.

La prestación de servicios de telecomunicaciones y el uso de las frecuencias radioeléctricas requieren de títulos habilitantes, que son el Permiso (para servicios de valor agregado y operación de redes privadas) y la Concesión (para servicios finales, servicios portadores y para la utilización del espectro radioeléctrico). Art. 60, R.G.L.E.T.R.

El enrutamiento de llamadas y su terminación en la red celular requiere de la conexión entre una red privada y la red celular. El título habilitante para la operación de redes privadas es el Permiso, otorgado por la SENATEL con

autorización del CONATEL. (Art. 6, Reglamento para el Otorgamiento de Títulos Habilitantes para la Operación de Redes Privadas).

Los titulares de servicios finales permitirán la conexión a su red a todos los proveedores de servicios de reventa, de valor agregado y redes privadas con el propósito de facilitar la entrada de nuevos proveedores de servicios de telecomunicaciones. Art.36, R.G.L.E.T.R.

Únicamente un prestador de servicios de telecomunicaciones debidamente autorizado puede realizar una conexión, caso contrario infringe los siguientes artículos en lo que respecta a las redes privadas:

- Las redes privadas no podrán interconectarse entre sí, ni tampoco con una red pública (Art. 4, Reglamento para el Otorgamiento de Títulos Habilitantes para la Operación de Redes Privadas).
- Una red privada no podrá ser utilizada, directa o indirectamente, para prestar servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional o en el extranjero (Art.16, R.G.L.E.T.R).

Para los concesionarios que tengan redes públicas de telecomunicaciones, el R.G.L.E.T.R. establece que la interconexión y conexión se permitirán en condiciones de igualdad, no-discriminación, neutralidad, y libre y leal competencia, a cambio de la debida retribución. Art. 37, R.G.L.E.T.R.

2.3.1.3 Concesión

Los establecimientos legalmente autorizados cuya infraestructura permita conectar las llamadas sobre Internet a la red telefónica pública conmutada, a las redes del Servicio Móvil Avanzado (S.M.A.) y que de esta manera permitan la terminación de llamadas en dichas redes, se encuentran sujetos al Reglamento para la prestación de servicios finales de telecomunicaciones a través de terminales de telecomunicaciones de uso público. Art. 4 y 5, Regulación de los centros de acceso a la información y aplicaciones disponibles en la red de Internet.

La prestación y explotación de Servicios Finales de Telecomunicaciones a través de Terminales de uso Público (S.F.T.P.) podrá realizarse siempre que se cuente con una concesión para la prestación, instalación y operación de un servicio final de telecomunicaciones otorgada por el CONATEL. El concesionario del S.F.T.P. podrá celebrar convenios de reventa, el cual debe ser registrado en el Registro Público de Telecomunicaciones. Art. 4, R.P.S.F.T.P.

Los concesionarios del S.F.T.P. podrán instalar y operar las redes que le permitan prestar el servicio concedido o, en su defecto, utilizar uno o más elementos de otras redes públicas de telecomunicaciones mediante la suscripción de los acuerdos necesarios, los que serán registrados en la SENATEL según corresponda. Art. 5, R.P.S.F.T.P.

También se puede brindar el servicio de terminación de llamadas mediante una autorización para la prestación y explotación del servicio telefónico de larga distancia internacional.

El Servicio Telefónico de Larga Distancia Internacional (S.T.L.D.I.) es un servicio final de telecomunicaciones, y brinda a los usuarios la posibilidad de terminar en el extranjero sus llamadas telefónicas originadas en el Ecuador, a través de un concesionario debidamente autorizado para ello, así como permite la terminación en el territorio ecuatoriano de llamadas telefónicas originadas en el exterior. Art. 2, R.S.T.L.D.I.

La autorización para la prestación y explotación del servicio telefónico de larga distancia internacional, será parte integrante de un contrato de concesión suscrito con la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, por autorización previa del CONATEL, para la prestación del servicio final de telefonía fija o de servicios móviles, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente. Art. 4, R.S.T.L.D.I.

El C.S.F.T.F. (Concesionario de Servicio Final de Telefonía Fija) o C.S.M. (Concesionario de Servicio Final Móvil) que explote el servicio telefónico de larga distancia internacional, está obligado a registrar su infraestructura de

conmutación y transmisión que utilizará para este servicio, la misma que puede utilizar TDM o VoIP entre otras como modo de operación. Art. 6, R.S.T.L.D.I.

2.3.1.4 Valor de los derechos de Concesión

Los concesionarios de servicios finales de telecomunicaciones que exploten el servicio a través de terminales de uso público pagarán como derechos de concesión a favor de la SENATEL, durante todo el tiempo de duración de la concesión un valor equivalente a cinco décimas por ciento (0.5%) de los ingresos brutos provenientes de este servicio. Sin embargo el CONATEL podrá fijar otro valor o forma de pago (Art.18, R.P.S.F.T.P). La recaudación se realizará en forma trimestral.

Para el financiamiento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales (FODETEL), todos los prestadores de servicios de telecomunicaciones que tengan título habilitante aportaran una contribución anual del uno por ciento (1%) de los ingresos totales facturados y percibidos por la prestación del servicio (Art. 25, R.G.L.E.T.R). La recaudación se realizará en forma trimestral.

2.3.1.5 Tarifas

El uso de VoIP suprime los criterios para el establecimiento de tarifas, porque se pierde el sentido de la distancia y el tiempo de llamada. Esto conlleva a un decrecimiento en los ingresos de los operadores de telefonía tradicionales, no solo porque la tecnología VoIP los obliga a reemplazar la infraestructura y equipo de voz, sino por la reducción de sus márgenes de utilidad para mantener competitividad ofreciendo tarifas más asequibles para el usuario.

Los servicios de telecomunicaciones deberán ser prestados en régimen de libre competencia, por lo tanto los proveedores de servicios de telecomunicaciones podrán establecer o modificar libremente las tarifas de los servicios que preste a sus abonados, siempre y cuando no excedan los tope máximos constantes en el Pliego Tarifario aprobado por el CONATEL de forma que se asegure la operación

y prestación eficiente del servicio , con la debida calidad y, al menos, cubra sus costos reales más una utilidad razonable. Art. 83, R.G.L.E.T.R.

Cuando existan distorsiones a la libre competencia en un determinado mercado, las tarifas serán reguladas por el CONATEL en los siguientes casos:

- a. Cuando los prestadores de servicios de telecomunicaciones hayan acordado entre sí los precios de los servicios con fines contrarios a la libre competencia;
- b. Cuando un prestador de servicios de telecomunicaciones ofrezca servicios por debajo de los costos, con motivos o efectos anticompetitivos; y,
- c. Cuando un prestador de servicios de telecomunicaciones se niegue a otorgar la interconexión o la conexión injustificadamente (Art. 20, R.G.L.E.T.R).

Las tarifas cumplirán con los principios de equidad en el trato con cada clase de abonado de un determinado prestador de servicios de telecomunicaciones. Art. 84, R.G.L.E.T.R.

El Servicio Móvil Avanzado se prestará en régimen de libre competencia, por lo que se podrá establecer o modificar libremente las tarifas a los usuarios, de forma que se asegure su operación y prestación, cumpliendo con los parámetros de calidad del servicio. Art. 27, R.P.S.M.A.

2.3.1.6 Régimen de libre competencia

Las empresas de VoIP deben tener en cuenta que el Estado no garantiza la rentabilidad de las mismas, pero si garantiza que cualquier servicio se dé en términos de igualdad.

Así todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en régimen de libre competencia, evitando los monopolios, prácticas restrictivas o de abuso de posición dominante, y la competencia desleal, garantizando la seguridad

nacional, y promoviendo la eficiencia, universalidad, accesibilidad, continuidad y la calidad del servicio. Art. 38, L.E.T.R.

Para ello contará con la SUPTEL, como organismo de control para que el mercado de las telecomunicaciones se desarrolle en un marco de libre competencia, con las excepciones señaladas en la L.E.T.R. (Art. 35 .L.E.T.R).

Para asegurar la libre competencia, los prestadores de servicios de telecomunicaciones estarán obligados a:

- a. Establecer los precios de sus servicios de telecomunicaciones considerando los costos de prestación eficiente, operabilidad razonable y rentabilidad del capital invertido, sin incluir el precio de los equipos terminales necesarios para recibirlos;
- b. Proporcionar a cualquier prestador de servicios de telecomunicaciones el acceso puntual a la información técnica necesaria, que permita y facilite la conexión o interconexión a sus redes; y,
- c. No imponer, unilateralmente como condición de la prestación de sus servicios la compra, alquiler o uso de equipos terminales suministrados por ellos mismos o por un determinado proveedor. (Art. 21, R.G.L.E.T.R).

Además todo concesionario deberá ofrecer las mismas condiciones técnicas, económicas y de mercado a quien solicite la conexión o interconexión con la red operada con el fin de mantener los principios de igualdad de acceso y trato no discriminatorio. Art. 39, R.G.L.E.T.R.

El CONATEL, en uso de sus atribuciones legales, dictará regulaciones para proteger y promover la libre competencia en el sector de las telecomunicaciones; para evitar o poner fin a actos contrarios a la misma; y, para prevenir los subsidios cruzados entre los servicios prestados por la misma operadora. Igualmente, el CONATEL, podrá establecer reglas especiales para los prestadores de servicios que ejerzan dominio de mercado. Art. 19, R.G.L.E.T.R.

Así mismo el CONATEL podrá modificar los acuerdos de conexión o interconexión para garantizar la interoperabilidad de los servicios y para evitar prácticas contrarias a la libre competencia. Art. 42, R.G.L.E.T.R.

Para preservar la libre competencia, el CONATEL intervendrá en los siguientes casos:

- a. Evitar la competencia desleal;
- b. Estimular el acceso de nuevos prestadores de servicios;
- c. Prevenir o corregir tratos discriminatorios; y,
- d. Evitar actos y prácticas restrictivas a la libre competencia. (Art. 18, R.G.L.E.T.R).

2.3.1.7 Protección de los derechos de los usuarios

Todo usuario tiene derecho a recibir el servicio en las condiciones contractuales estipuladas con el proveedor del servicio, y a que dichas condiciones no sean modificadas unilateralmente sin su consentimiento, salvo por fuerza mayor a ser indemnizados por el incumplimiento a dichos términos contractuales por parte del proveedor del servicio.

El Estado determinará, a través del reglamento de la L.E.T.R., los mecanismos para que los derechos de los usuarios sean garantizados y satisfechos, incluyendo las modalidades para la solución de los reclamos, mediante procedimientos arbitrales o de mediación, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Defensa del Consumidor y el Usuario. Art. 39, L.E.T.R.

2.3.1.8 Homologación

Los equipos de telecomunicaciones que hacen uso del espectro radioeléctrico necesitan de un certificado de Homologación (Art. 2, R.H.E.T.) previo a su operación (Art. 11, R.H.E.T.) el mismo que será emitido por la SUPTEL (Art. 6, R.H.E.T).

Para promover el desarrollo económico de los servicios de telecomunicaciones, los equipos terminales de telecomunicaciones usados dentro del país, deberán estar homologados y normalizados. Art. 146, R.G.L.E.T.R.

Por lo tanto para la operación de los equipos GSM es necesario el certificado de homologación, requisito fundamental para acceder a las redes de las empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones (Art. 22, R.H.E.T).

2.3.1.9 Sanciones

La terminación de llamadas a las redes de telecomunicaciones no autorizadas, es considerada como una Infracción (Art. 28, L.E.T.R.) y son sancionadas de acuerdo al Art. 29 de la L.E.T.R. y le corresponde al Superintendente de Telecomunicaciones juzgar al presunto infractor (Art. 30, L.E.T.R).

La Legislación Ecuatoriana ve este tipo de actividad no autorizada como daños y perjuicios contra el Estado y lo sanciona con prisión de 2 a 5 años de acuerdo al Art. 422 (De los delitos contra los medios de transporte y de comunicación) del Código Penal, en el cual está estipulado este tipo de acción. Según este mismo artículo, la sola tenencia de equipos no autorizados para el enrutamiento de tráfico es castigado con la sanción anteriormente mencionada.

Por lo tanto, legalmente se puede realizar la terminación de llamadas de cuatro formas:

- Mediante una concesión para prestar servicios finales de telecomunicaciones a través de terminales de telecomunicaciones de uso público.
 - A través de una autorización para la prestación y explotación de servicio telefónico de larga distancia internacional.
 - Acuerdo negociado entre las partes, el mismo que debe revisado, aprobado y registrado en la SENATEL para que pueda aplicarse.
-

-
- Mediante Convenios de reventa.

Además es necesario el Permiso, para operar una red privada, la Autorización de la SENATEL y los certificados de homologación de los equipos que lo requieran según el caso.

2.3.2 SITUACIÓN EN OTROS PAÍSES

2.3.2.1 Estados Unidos ^[60]

La Ley de Telecomunicaciones de Estados Unidos (1996) se propuso desarrollar el sector forzando a los grandes operadores a dejar pasar por sus redes a sus propios competidores a precios “competitivos”.

El criterio de promover la competencia como objetivo principal resultó en crisis y luego en reconstitución de los oligopolios y monopolios que se buscaba liquidar, los cuales ahora se aceptan tácita y gradualmente.

La Comisión Federal de Comunicaciones FCC, considera a los servicios de VoIP como servicios de telecomunicaciones. Por lo tanto los operadores servicios de VoIP tienen acceso a los mismos circuitos conmutados que los operadores tradicionales. También le son impuestas las mismas cargas por concepto de acceso que a los operadores locales, además de estar obligadas a implementar de la línea 911. ^[61]

En Estados Unidos se han expedido leyes para compensar a los grandes operadores telefónicos su pérdida de clientes ante las empresas de cable, únicas ganadoras indiscutibles en la convergencia digital.

Una vez que el operador de cable da servicio de Internet, puede dar servicio de voz. Estos operadores están en la mejor posición para captar el mayor número de usuarios que requieren múltiples servicios en un solo paquete.

2.3.2.2 Colombia ^[62]

Las políticas de regulación del sector de las telecomunicaciones en Colombia tienen por directriz regular por servicios más no por tecnología. En este orden de ideas, y en la medida en que VoIP es una tecnología que permite la comunicación de voz a través de una red basada en protocolo IP, no existe en Colombia regulación alguna al respecto, y no se ha proyectado emitirla.

El servicio de comunicación de voz, independientemente de la red que se emplee para su prestación, está regulado por las normas previstas para cada servicio, y por lo tanto los interesados en prestar un determinado servicio empleando tecnología IP deberán obtener la respectiva licencia por medio de la cual se autoriza la prestación del servicio.

Finalmente, teniendo en cuenta lo anteriormente establecido, al no existir regulación específica para la prestación de VoIP, la prestación de este tipo de comunicaciones por redes IP deberá hacerse mediante la obtención de una licencia que habilite al operador para prestar servicios de telefonía a terceros, la cual la expide el Ministerio de Comunicaciones, de acuerdo con las normas vigentes (Ley 142 de 1994 y Res. CRT 087 de 1997). Diferente es el caso del establecimiento de redes privadas de telecomunicaciones, para lo cual se deberá tener en cuenta lo previsto en el Decreto 930 de 1992, en la medida en que no se presta servicio a terceros a través de este tipo de redes.

2.3.3 RECOMENDACIONES AL MARCO REGULATORIO DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR

Para la existencia de una apertura plena del mercado de servicios de telecomunicaciones a través de terminales VoIP-Celular, es necesario normar y promover la prestación de este tipo de servicios, así como su debida explotación, bajo un régimen de libre competencia que garantice total igualdad de condiciones para aquellos que presten estos servicios.

Las siguientes recomendaciones están basadas en la Resolución 491-21-CONATEL-2006, y se detallan a continuación:

- Recomendación 1

Art. El uso de dispositivos de conmutación, tales como interfaces o compuertas (*gateways*) o similares, que permitan conectar las comunicaciones de Voz sobre Internet o las llamadas sobre Internet a las Redes Públicas de Telecomunicaciones del Ecuador, está permitido en redes autorizadas por la SENATEL.

Se exceptúan de esta limitación en la conexión, a los operadores de telecomunicaciones debidamente autorizados.

Justificación: Las empresas grandes y medianas generalmente necesitan de dispositivos de conmutación para la conexión entre diferentes redes para su uso personal, que montados sobre una misma infraestructura permiten el ahorro de recursos.

Adicionalmente la convergencia de los servicios de telecomunicaciones posibilita a las empresas ofrecer servicios de terminación de llamadas internacionales a los usuarios como un valor agregado a la telefonía IP a un costo relativamente bajo.

- Recomendación 2

Art. Aplicaciones diferentes a la terminación de llamadas sobre Internet, que necesiten del uso de dispositivos de conmutación, requieren de un permiso otorgado por el Ministerio de Telecomunicaciones para su operación dentro del territorio nacional.

Justificación: Los dispositivos de conexión VoIP-Celular pueden ser usados en servicios tales como: *Marketing*, sistemas de Tele-votación y servicios de consulta entre otros; que por tratar de restringir el uso de estos dispositivos para el tráfico de llamadas no autorizadas, se atenta con el desarrollo de todos los servicios que se pueden ofrecer a través de dichos dispositivos.

- Recomendación 3

Art. Todos los servicios que utilicen dispositivos de conmutación para la conexión, necesitan del respectivo título habilitante para su operación, el mismo que será otorgado por el Ministerio de Telecomunicaciones y supervisado por la SUPTEL como organismo de control.

Justificación: Como todo servicio de telecomunicaciones, le corresponde a la SUPTEL el control de los servicios prestados y correspondientes al título habilitante emitido para su operación; así como también verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad de los servicios ofrecidos a través de dichos dispositivos de conmutación.

- Recomendación 4

Art. Las líneas nuevas, fijas o celulares que se utilicen en dispositivos de conmutación para ofrecer servicios autorizados, no podrán ser inhabilitadas por los proveedores de estas líneas sin la debida justificación.

Justificación: La cancelación repentina de cualquiera de los elementos que intervienen en un sistema de comunicaciones degrada la calidad del servicio, siendo los más perjudicados los usuarios finales.

- Recomendación 5

Art. Las infracciones cometidas en la prestación de los servicios mencionados en esta recomendación serán sancionadas de acuerdo al código penal vigente en el Ecuador.

Justificación: Para evitar la prestación de servicios no autorizados o situaciones que atenten en contra de la libre competencia, se aseguran sanciones que garanticen los derechos y obligaciones que tienen tanto proveedores como operadores.

2.4 FORMAS DE PROTECCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL REGISTRO DEL SIM CARD Y LISTAS NEGRAS

Las Operadoras móviles para evitar la terminación de voz no autorizado sobre sus redes, usa diferentes tipos de mecanismos de control como la cancelación indefinida del Registro de la SIM y la inhabilitación del equipo móvil a través de la invalidación del IMEI.

2.4.1 IMEI (*INTERNATIONAL MOBILE EQUIPMENT IDENTITY*)^[63]

Es un código que identifica a los equipos móviles GSM unívocamente a nivel mundial.

El equipo móvil transmite el IMEI a la red al conectarse a ella. La red verifica el estado del equipo en el EIR y ubica la IMEI en una de las tres listas existentes: la blanca, gris y negra.

- La lista blanca: Identifica a los equipos que están autorizados de recibir y realizar llamadas.
- La lista gris: Identifica a los equipos que pueden hacer y recibir llamadas, pero que pueden ser monitoreados para descubrir la identidad del usuario utilizando la información almacenada en el SIM. Aquí también se encuentran los equipos llevados a reparación.
- La lista negra: Identifica a los equipos a los que se les impide conectarse a la red. Los equipos que no pueden acceder al sistema son:
 1. Los que podrían producir graves problemas técnicos.
 2. Los equipos robados.
 3. Los utilizados de forma ilegal (terminación celular).

En el equipo móvil, el IMEI se encuentra impreso en el MODEM GSM o en la parte posterior del equipo. También se lo puede conocer a través de comandos

propios de cada equipo o digitando "*#06#" (asterisco, numeral, cero, seis, numeral) en los celulares.

2.4.1.1 Estructura del código de IMEI

Generalmente el IMEI tiene 15 dígitos, los cuales están distribuidos en cuatro campos: *Type Approval Code* (TAC), *Final Assembly Code* (FAC), *Serial Number* (SNR) y *Check Digit* (CD).

Un ejemplo de IMEI es: 010997 00 314231 7.

- TAC (010997): Donde los primeros dos dígitos indican el país.
- FAC (00): Indica el fabricante del equipo.
- SRN (314231): Es el número de serie del teléfono.
- CD (7): Es el dígito verificador y es usado para validar el IMEI.

Por lo tanto la Operadora móvil a través de su IMEI conoce desde qué tipo de terminal se hizo la llamada, el fabricante, el modelo, el país de origen, y el número de serie y su validez. Si el IMEI es invalidado el equipo no puede realizar ninguna llamada y se mostrará los mensajes de "Teléfono Robado", "Unregister", o "SIM Unregister" (aunque el SIM esté en perfectas condiciones de uso).

Una solución a corto plazo es la de cambiar el Modem GSM en los equipos móviles o alterando el IMEI vía software si el móvil lo permite. Generalmente el software que cambia el IMEI solicita un IMEI válido, para ello utiliza el algoritmo de Luhn. Además cualquier IMEI puede ser analizado accediendo a la página Web: <http://www.numberingplans.com>.

2.4.2 CANCELACIÓN DEL REGISTRO

La cancelación del Registro de la SIM de manera indefinida es el mecanismo más usado por las Operadoras Móviles e inhabilita por completo a la SIM; los

mensajes que comúnmente aparecen son: “Falló registro de la tarjeta SIM” o “SIM *Unregister*”.

Los procesos de Registro y cancelación de Registro se explican a continuación para su mayor entendimiento. ^[64]

- Procedimiento de Registro (*Attach*)

Una vez iniciado el proceso de acceso básico a la Red, el móvil realiza el proceso de registro en el cual una estación móvil (MS) comunica a la red GSM la disponibilidad de un abonado para iniciar y recibir llamadas.

El registro tiene lugar cuando el abonado enciende su MS, lo cual inicia el siguiente proceso:

1. Barrido de la interfaz radio por el MS (proceso *Scan*).
2. Detección del canal BCCH y decodificación del área de localización (LAI).
3. MS inicia el proceso de acceso a la red y tiene por objetivo la asignación de un canal dedicado para el intercambio de señalización entre la MS y la MSC. Para lo cual se utilizan los canales lógicos RACH, AGCH y SDCCH.
4. MSC/VLR efectúa el proceso de autenticación.
5. VLR analiza el IMSI para localizar el HRL al que se debe consultar.
6. HRL toma la decisión de aceptar o no la operación de registro solicitada.

- Cancelación del Registro (*Detach*)

El MS comunica a la red GSM que va a pasar a un estado de inactividad. Este proceso inhabilita la función de *Pagin* para dicho abonado.

Esto inicia el siguiente proceso:

1. El móvil inicia una sesión RR de acceso a la red especificando la causa (cancelación del registro).
2. El MSC/VRL marca el IMSI asociado como *Detach*.
3. No se envía ninguna información hacia el móvil.
4. Se informa de esta situación al HRL para que se actualice el estado del usuario.

También existe un procedimiento de cancelación del registro automático, realizado por la red cuando transcurre un cierto tiempo sin que el móvil realice ningún tipo de acceso a la red.

La cancelación indefinida del Registro en la red, ocasiona diversos problemas como: pérdida del saldo asociado al SIM, pérdida del número del abonado y pérdida del uso del SIM como tal.

Sin embargo todos estos inconvenientes se pueden evitar realizando un contrato con la Operadora a fin de garantizar un sistema de telefonía operable.

2.5 ANCHO DE BANDA SEGÚN EL CODEC Y LA PAQUETIZACIÓN A UTILIZAR

El cálculo del Ancho de Banda (*BW*) es un factor importante a la hora de cursar tráfico de VoIP.

En el presente Proyecto de Titulación se habla de ancho de banda en bits por segundo [bps] refiriéndose a la capacidad o velocidad máxima que se dispone para el canal.

Para el contrato del ancho de banda con el ISP se debe tomar en cuenta el ancho de banda que ocupa una conversación, el número de conversaciones simultáneas, el medio físico por el cual se cursa el tráfico, el codec de audio, la

paquetización usada y el uso o no de métodos y técnicas para reducir el ancho de banda.

Se debe tener un equilibrio entre el codec y la paquetización a usar. El disminuir el período de paquetización da como resultado la transmisión de más paquetes, mejorando la calidad en la voz pero aumentando el consumo del ancho de banda, así como también la cantidad de procesos que realiza el equipo.

Los períodos de paquetización según el codec son: ^[65]

- G.711 *Mu-Law* a 64 Kbps: 10 ms, 20 ms, 30 ms.
- G.711 *A-Law* a 64 Kbps: 10 ms, 20 ms, 30 ms.
- G.729AB a 8.0 Kbps: 10 ms, 20 ms, 30 ms, 40 ms, 50 ms, 60 ms, 70 ms, 80 ms.
- G.723.1 a 5.3 Kbps: 30 ms, 60 ms, 90 ms, 120 ms.
- G.723.1 a 6.3 Kbps: 30 ms, 60 ms, 90 ms, 120 ms.

El número de Bytes de las cabeceras de los protocolos usados son: ^[66]

- 40 Bytes (12 Bytes de RTP, 8 Bytes de UDP, 20 Bytes de IP).
- Si se usa el protocolo cRTP se reduce la cabecera RTP/UDP/IP a solo 2 o 4 Bytes (cRTP no está disponible sobre Ethernet).
- 6 Bytes usando *Multilink Point-to-Point Protocol* (MP) o *Frame Relay Forum* (FRF).12 Layer 2 (L2).
- 1 Byte para la bandera *end-of-frame* en MP y *Frame Relay frames*.
- 18 Bytes en Ethernet L2 (6 Bytes de dirección origen, 6 Bytes de dirección destino, 2 Bytes de Long y 4 Bytes de *Frame Check Sequence* (FCS)).

La tabla 2.2 muestra los codecs de audio y su respectivo ancho de banda. Las tablas 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 muestran el procedimiento para obtener el ancho de banda adecuado. La tabla 2.3 muestra en el lado izquierdo los

períodos de paquetización (período en la que se transmite un paquete de voz) y en el lado derecho el número de paquetes transmitidos en un segundo.

Información del codec					Cálculo del Ancho de Banda					
Codec	Bit Rate [Kbps]	Codec Sample Size [Bytes]	Codec Sample Interval [ms]	Mean Opinion Score [MOS]	Voice Payload Size [Bytes]	Período de Paquetización [ms]	Packets Per Second [PPS]	BW MP or FRF 1.2 [Kbps]	BW w/cRTP MP or FRF 1.2 [Kbps]	BW Ethernet [Kbps]
G.711	64	80	10	4.1	160	20	50	82.8	67.6	87.2
G.729	8	10	10	3.92	20	20	50	26.8	11.6	31.2
G.723.1	6.3	24	30	3.9	24	30	34	18.9	8.8	21.9
G.723.1	5.3	20	30	3.8	20	30	34	17.9	7.7	20.8
G.726	32	20	5	3.85	80	20	50	50.8	35.6	55.2
G.726	24	15	5	-	60	20	50	42.8	27.6	47.2
G.728	16	10	5	3.61	60	30	34	28.5	18.4	31.5

Tabla 2.2 Codecs de audio y su ancho de banda ^[67]

Período de paquetización [ms]	Número de paquetes transmitidos [paquetes/s]
10	100
20	50
30	33,33

Tabla 2.3 Paquetización

Ejemplo del cálculo con un período de paquetización de 20 ms:

$$\text{Número de paquetes transmitidos} = \left(\frac{1 \text{ paquete}}{\text{Período de paquetización}} \right)$$

$$\text{Número de paquetes transmitidos} = \left(\frac{1 \text{ paquete}}{20 \text{ ms}} \right)$$

$$\text{Número de paquetes transmitidos} = 50 \text{ paquetes/s}$$

La tabla 2.4 muestra los bytes transmitidos según el codec y el período de paquetización usado.

CODEC	Velocidad de codificación [Kbps]	Paquetización [ms]								
		10			20			30		
		Cantidad de bytes transmitidos								
		payload [bits/paquete]			payload [Bytes/paquete]					
G.711	64	640	1280	1920	80	160	240			
G.729 A/B	8	80	160	240	10	20	30			
G.723.1MPMLQ	6,3	63	126	189	8	16	24			
G.723.1ACELP	5,3	53	106	159	7	14	20			

Tabla 2.4 *Payload* de voz de acuerdo al codec

Ejemplo del cálculo usando el codec G.729A/B a 20 ms:

$$\text{Payload} = \left(\frac{\text{Velocidad de codificación}}{\text{Número de paquetes transmitidos}} \right)$$

$$\text{Payload} = \left(\frac{8 \text{ Kbps}}{50 \text{ paquetes/s}} \right)$$

$$\text{Payload} = 160 \text{ bits/paquete}$$

$$\text{Payload} = 20 \text{ Bytes/paquete}$$

La tabla 2.5 muestra la cantidad de bytes que usan las cabeceras RTP/UDP/IP y *Ethernet* para encapsular la voz.

<i>Header</i>	
Protocolo	[Bytes]
IP	20
UDP	8
RTP	12
<i>Ethernet</i>	18
Total	58

Tabla 2.5 Tamaño de la cabecera de un paquete de voz

La tabla 2.6 muestra el ancho de banda nominal que usa un codec de voz según la paquetización.

CODEC	Velocidad de codificación [Kbps]	Total bytes transmitidos [Bytes/paquete]	Paquetización [ms]								
			10	20	30	10	20	30	10	20	30
			Ancho de banda nominal/canal [KBps]						[Kbps]		
G.711	64	138	218	298	13,80	10,90	9,93	110,40	87,20	79,47	
G.729 A/B	8	68	78	88	6,80	3,90	2,93	54,40	31,20	23,47	
G.723.1MPMLQ	6,3	66	74	82	6,60	3,70	2,73	52,80	29,60	21,87	
G.723.1ACELP	5,3	65	72	78	6,50	3,60	2,60	52,00	28,80	20,80	

Tabla 2.6 Ancho de banda de un canal de voz de acuerdo al codec

Ejemplo del cálculo usando el codec G.729A/B a 20 ms:

Total bytes transmitidos = *Payload + Header*

Total bytes transmitidos = (20 + 58) Bytes/paquete

Total bytes transmitidos = 78 Bytes/paquete

Ancho de banda Nominal = Total de Bytes transmitidos x Número de paquetes transmitidos

Ancho de banda Nominal = 78 Bytes/paquete x 50 paquetes/s

Ancho de banda Nominal = 3,90 KBps

Ancho de banda Nominal = 31,2 Kbps/canal

La tabla 2.7 muestra el cálculo del ancho de banda que consume un equipo de 30 y 24 canales respectivamente.

CODEC	Velocidad de codificación [Kbps]	Paquetización [ms]					
		10	20	30	10	20	30
		30 canales			24 canales		
		Ancho de banda [Kbps]			Ancho de banda [Kbps]		
G.711	64	3312,00	2616,00	2384,00	2649,60	2092,80	1907,20
G.729 A/B	8	1632,00	936,00	704,00	1305,60	748,80	563,20
G.723.1MPMLQ	6,3	1584,00	888,00	656,00	1267,20	710,40	524,80
G.723.1ACELP	5,3	1560,00	864,00	624,00	1248,00	691,20	499,20

Tabla 2.7 Ancho de banda de un banco de 30 y 24 canales de voz

Ejemplo del cálculo usando el codec G.729A/B a 20 ms para un E1 (30 canales):

Ancho de banda Nominal E1= 30 x Ancho de banda de un canal

Ancho de banda Nominal E1= 30 x 31,2Kbps

Ancho de banda Nominal E1= 936 Kbps

Para los cálculos finales se considera un 10% de seguridad que es utilizado para el monitoreo entre otras, este cálculo lo muestra la tabla 2.8. ^[68]

CODEC	Velocidad de codificación [Kbps]	Paquetización [ms]					
		30 canales			24 canales		
		Ancho de banda [Kbps]			Ancho de banda [Kbps]		
		10	20	30	10	20	30
G.711	64	3643,20	2877,60	2622,40	2914,56	2302,08	2097,92
G.729 A/B	8	1795,20	1029,60	774,40	1436,16	823,68	619,52
G.723.1MPMLQ	6,3	1742,40	976,80	721,60	1393,92	781,44	577,28
G.723.1ACELP	5,3	1716,00	950,40	686,40	1372,80	760,32	549,12

Tabla 2.8 Ancho de banda adecuado para un banco de 30 y 24 canales de voz

Ejemplo del cálculo usando el codec G.729A/B a 20 ms para un E1:

Ancho de banda seguro = Ancho de banda E1 + 10%(Ancho de banda E1)

Ancho de banda seguro = 936 Kbps + 10%(936 Kbps)

Ancho de banda seguro = 1029,60 Kbps

Para el entorno LAN donde la velocidad es de 10/100 Mbps, se debe utilizar el codec de mayor velocidad (mayor calidad), y para el entorno WAN donde ancho de banda es limitado, se debe usar un codec de menor velocidad (menor calidad).^[69]

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

3.1. ESTUDIO DE LOS EQUIPOS A USARSE, *GATEWAY* H.323, *GATEWAY* GSM, BASES CELULARES Y EQUIPOS MÓVILES

En la actualidad en el mercado existen una serie de equipos que se pueden usar para conectar diferentes redes tales como la red celular GSM y la Internet como tal. En el presente Proyecto de Titulación se presentan tres sistemas de conexión VoIP-GSM:

- Sistema Analógico FXO
- Sistema Digital en base a un *gateway*
- Sistema Digital en base a dos *gateways*

Estos sistemas conectan a un usuario VoIP de cualquier parte del planeta a la red de Telefonía Móvil del Ecuador.

El usuario VoIP es un teléfono IP o un computador (con un *software* de telefonía) que se conecta en forma directa al sistema VoIP-GSM a través de la Internet. También es considerado un usuario VoIP el *softswitch* de un Proveedor (*Carrier*) IP que enruta cientos de llamadas hacia el sistema VoIP-GSM.

El tráfico de un *Carrier* de VoIP proviene de teléfonos IP, computadores o desde un teléfono móvil o fijo de un determinado país que se conecta a través de *gateways* a un *softswitch*.

Por lo tanto el usuario VoIP puede conectarse al sistema VoIP-GSM directa o indirectamente a través de un *Carrier* VoIP tal como lo muestran las figuras 3.1 y 3.2.

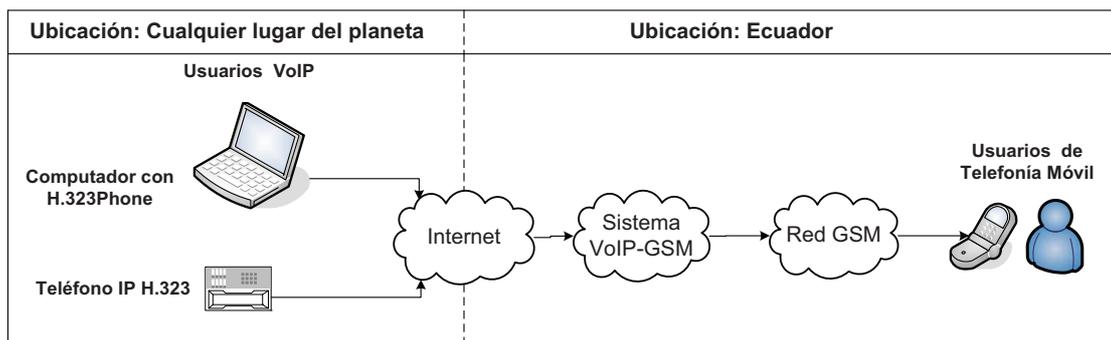


Figura 3.1 Enrutamiento de un usuario VoIP

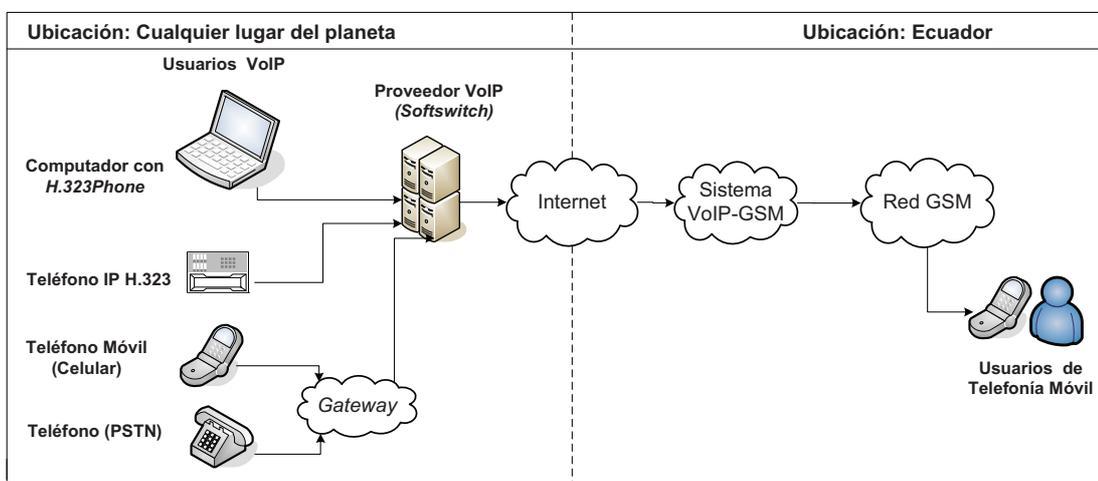


Figura 3.2 Enrutamiento de un usuario VoIP a través de un *Carrier* de VoIP

El usuario puede utilizar las siguientes herramientas de comunicación para acceder a la red IP:

- *Softphone* H.323

En la Internet existe una infinidad de *software* H.323 que permite al usuario VoIP comunicarse con el *gateway* H.323, tal como lo son *MyPhone* y *NetMeeting*. Para su configuración se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. El *softphone* debe utilizar los mismos codecs que el *gateway*.
2. El *softphone* debe ser enrutado con la dirección IP del *gateway*.

3. En el *gateway* debe estar autorizado la dirección IP del computador donde reside el *softphone*.

- Teléfono H.323 AT-320EE

Este terminal es de fácil administración vía Web, soporta los protocolos H.323, Q.931, H.245, TCP/IP, RTP, RTCP, DHCP entre otros, los codecs de voz G.711, G.723, G.729, GSM e ILBC. También aplica técnicas de ahorro de ancho de banda como el VAD⁹ (*Voice Activity Detector*).

Este tipo de terminal es muy útil para el usuario ya que no depende de ningún otro dispositivo para realizar las llamadas. Su configuración es similar a la de un *softphone* H.323.

3.1.1. SISTEMA ANALÓGICO FXO

Básicamente cualquier equipo con tarjetas FXO puede ser utilizado para terminar las llamadas VoIP en la red celular local. Un *Gateway* H.323 FXO de 24 o 32 canales unido a estaciones móviles es un claro ejemplo, como lo muestra la figura 3.3.

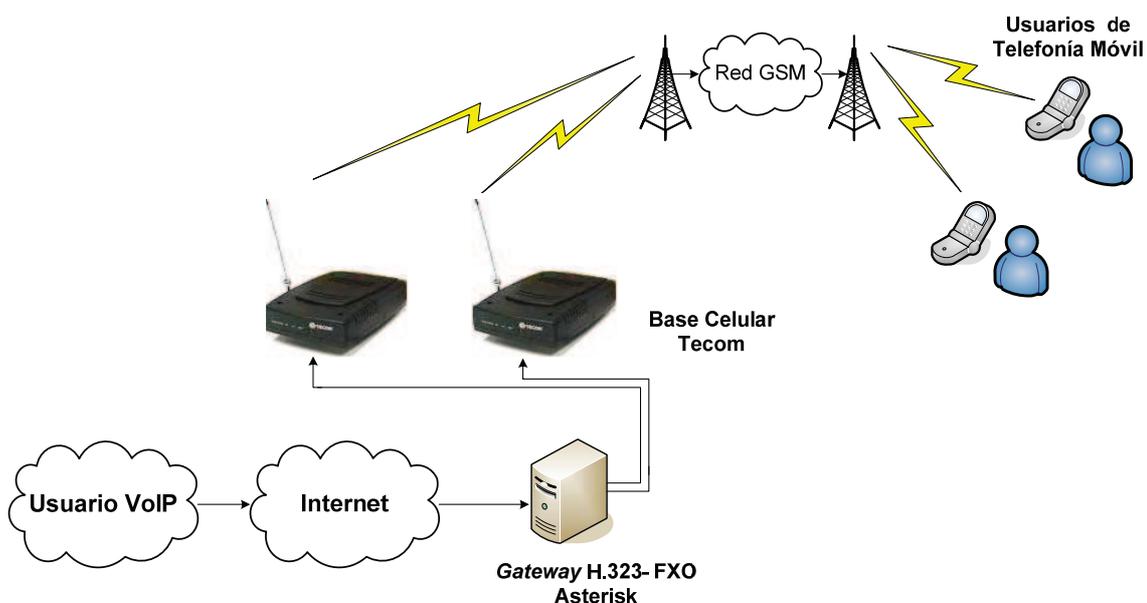


Figura 3.3 Sistema Analógico FXO

⁹ **VAD (*Voice Activity Detector*)**: Técnica usada para detectar la actividad de voz y así, durante períodos largos de silencio no se envía ningún paquete. [70]

Los paquetes de voz IP viajan a través de la Internet al *gateway* H.323 que gestiona los paquetes y transforma la señal digital en una señal analógica a través de sus interfaces FXO. A través de un par telefónico, la señal analógica es enviada a una base celular que interactúa con la red de Telefonía Móvil GSM y permite la comunicación con sus abonados.

La cantidad de usuarios simultáneos que soporta el sistema depende del número de bases celulares que tiene el sistema, por lo tanto si se requiere 30 canales de voz, entonces se necesitarán 30 bases celulares con su respectivo puerto FXO. El uso de esta cantidad de equipos genera inconvenientes tanto por el espacio físico como por cableado eléctrico y telefónico que se requiere.

Los elementos que conforman el Sistema Analógico FXO son:

- Dispositivos FXO
- Bases celulares
- Inversores de polaridad
- *Gateway* H.323

3.1.1.1. FXO

El FXO (*Foreign eXchange Office*) es una interfaz que proporciona acceso a la red de telefonía pública PSTN y a la red celular. Esta interfaz es una tarjeta PCI-FXO de un puerto (Digium AX-100P), cuatro (TDM-400P), ocho (TDM-800E) y 24 (TDM-2400) puertos RJ11; esta interfaz utiliza señalización FXS ^[71].

También existen en el mercado *gateways* y micro *gateways* FXO desde 4 a 30 puertos y son compatibles con otros *gateways* de telefonía IP incluidos *gateways* H.323.

3.1.1.2. Base Celular TECOM

Es un equipo portátil que permite conectarse con la red GSM, para lo cual

necesita que se le instale una *SIM Card*.

Su función consiste en convertir la señal celular inalámbrica, en una señal telefónica alámbrica, permitiendo así que a través de su puerto RJ11 sea conectada a centrales PBX, conmutadores, sistemas de tarificación o directamente a aparatos telefónicos.^[72]

Particularmente, el equipo móvil TECOM posee la característica *Battery Reverse* por detección de voz, característica usada para la tarificación.

3.1.1.3. Inversor de polaridad (*Battery reverse*)

Es una característica la cual produce la inversión de polaridad en el par telefónico en el momento en el que se produce la detección de voz.

Cuando la línea telefónica se encuentra en estado normal (colgado), el voltaje presente sobre la línea es de 48 a 50V DC; la señal de timbre de la llamada es de 90 V AC a 20 Hz y cuando se levanta el auricular (descolgado), dicho nivel cae entre 6 a 10V DC.^[73]

Se puede conocer si un equipo móvil posee la inversión de polaridad midiendo el voltaje, o por el sonido de corta duración en el auricular, producido por la inversión de polaridad en las líneas al realizar una llamada.

En caso de no tener equipos móviles con inversión de polaridad se le puede añadir un circuito inversor de polaridad.

3.1.1.4. Gateway H.323 Asterisk

Un computador puede realizar las funciones de un *gateway* H.323, para ello el computador debe tener instalado el sistema operativo LINUX y el *software* IP-PBX Asterisk. Los archivos de configuración son los *scripts*: h323.conf, extensions.conf, zaptel.conf y zapata.conf, los mismos que interactúan con las tarjetas PCI-FXO o vía *ethernet* con un *gateway* o *microgateway* FXO o cualquier equipo con tarjetas FXO integradas.

También se puede utilizar un *Open Source* H.323 o *gatekeeper* H.323 como equipo de conmutación de llamadas.

3.1.2. SISTEMA DIGITAL EN BASE A DOS *GATEWAYS*

Un *gateway* H.323 junto con un *gateway* GSM conforman un sistema más desarrollado y disminuyen los equipos necesarios para ofrecer la terminación, tal como lo muestra la figura 3.4.

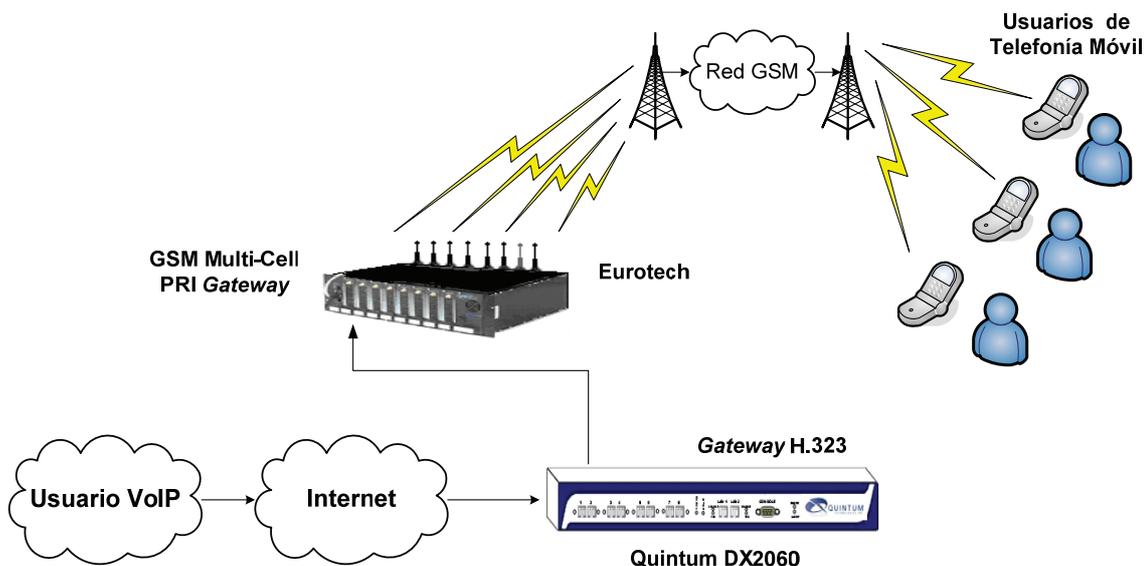


Figura 3.4 Sistema Digital en base a dos *gateways*

Los paquetes de voz IP viajan a través de la Internet al *gateway* H.323 que gestiona los paquetes y son enviados a través de su interfaz E1 al *gateway* GSM que transforma la señal alámbrica en una inalámbrica, y permite establecer la comunicación con abonados de la red de Telefonía Móvil.

Los elementos que conforman el Sistema Digital en base a dos *gateways* son:

- *Gateway* H.323
- *Gateway* GSM
- Cable cruzado E1

3.1.2.1. Quintum DX2030/DX2060 VoIP *Multipath Switch*

Multipath Switch es un *gateway* VoIP escalable con interfaces E1, para la conexión de dispositivos PRI-ISDN y 2 interfaces 10/100 Ethernet para los datos de la LAN. Los modelos DX2030 y DX2060 poseen características similares y se diferencian en el número de tarjetas E1 incorporadas en cada uno de ellos; el DX2030 tiene una tarjeta E1 y el DX2060 posee dos tarjetas E1.

Posee características como las siguientes:

- Soporta el protocolo H.323 y posee servicios suplementarios SIP, con QoS.
- Posee un Administrador de Configuración para la programación vía IP o a través del puerto de Telnet con comandos CLI (*Command Line Interface*).
- Soporta diferentes planes de marcación de diferentes usuarios y proveedores de VoIP, así como también de la asignación de canales de voz y su restricción por dirección IP.
- Soporta los codecs G.729, G.723, G.711 con diferentes tamaños de *payload* y la característica de *Packet Server*¹⁰ para la reducción del ancho de banda.
- Posee opciones de señalización: *Loop Start*, *Reverse Battery* (Inversión de polaridad) y opciones de ajuste de tiempo para el inicio de la tarificación de la llamada para conexiones FXO.
- Soporta servidores Radius e IVR con selección para múltiples lenguajes.
- Posee canceladores de eco.

3.1.2.2. Multi-Cell PRI *Gateway Eurotech*

Es un *gateway* GSM de 32 canales con interacción a otros dispositivos a través de su tarjeta PRI-ISDN. Ideal para la administración y la reducción de costos de llamadas a celular.

¹⁰ **Packet Server**: Tecnología perteneciente a Quintum Technologies Inc. Minimiza el uso de ancho de banda agregando múltiples muestras de las conversaciones de VoIP y encapsulándolas en un paquete IP de mayor tamaño con una sola cabecera IP. [74]

Posee características como las siguientes:

- Está formado por 8 tarjetas cada una de ellas posee 4 canales y cada canal 4 porta-SIMs, además de un *splitter* para multiplexar la señal celular de los 4 canales a la vez. Su capacidad es de 128 SIMs de los cuales 32 están en uso a la vez (32 canales simultáneos).
 - Posee una administración vía Web amigable a través de su interfaz RS-232 propietaria o a través de la *ethernet*.
 - Posee un software de monitoreo propio que incluye, el estado de la llamada, el estado del abonado y el de la red GSM.
 - Posee un CDR con almacenamiento automático de los registros y opciones de exportación a diferentes formatos. También permite obtener reportes y estadísticas al momento que lo requiera el usuario.
 - Permite la formación de grupos de trabajo de SIMs y programación por unidad o por grupo.
 - Soporta programación del canal de voz por horario de trabajo. También bloqueo de la SIM por consumo de minutos de llamada, por bajo ASR (*Answer Seizure Ratio*) y por bajo ACD (*Average Call Duration*).
 - Elección del BCCH en forma automática o manual, así como también de los niveles de RSSI descrito en el Anexo C.
 - Visualización de los códigos MCC (*Mobile Country Code*) y MNC (*Mobile Network Code*) que identifican al Operador de Telefonía Móvil.
 - Ajuste del volumen del audio en ambos sentidos de la comunicación, por puerto o por grupo de trabajo.
 - Manejo del Plan de marcación por canal de voz y limitación del número de dígitos a marcar.
-

3.1.2.3. E1-PRI GSM-90 ORION

El *gateway* E1-PRI GSM-90 puede ser usado también con el *Multipath Switch Quintum* para formar un sistema digital en base a dos *gateways*.

Posee características como las siguientes:

- Fácil programación vía Web y administración simple.
- Está constituido por un sistema con tarjetas desmontables, haciéndolo un sistema de mantenimiento y reparación sencilla, ya que en caso de daño tan solo se sustituye la tarjeta dañada.
- Tiene 3 SIM por cada canal y dos canales por tarjeta con un total de 15 tarjetas o 90 SIMs por E1.
- Posee características de *auto-switch* y bloqueo de la SIM por horarios de trabajo y por costos.
- Ocultamiento del número celular del SIM llamante.
- Posee una tarjeta PRI-ISDN para la conexión con un *switch* de voz IP.
- Posee opciones de señalización Q.931 útil para el control de tráfico.
- Tiene un *software* para el monitoreo del estado de la llamada y del canal E1.

3.1.3. SISTEMA DIGITAL EN BASE A UN *GATEWAY*

La tecnología VoIP desarrolla aceleradamente nuevos productos más eficientes y sencillos de administrar, y es así que para la terminación de llamadas VoIP-Celular se tiene un solo *gateway* tal como lo muestra la figura 3.5.

Los paquetes de voz IP viajan a través de la Internet al *gateway* VoIP-Celular que en este caso se trata de un *gateway* H.323-GSM encargado de gestionar los paquetes de voz IP, transformar la señal alámbrica en una inalámbrica y establecer la comunicación con abonados de la red de Telefonía Móvil.

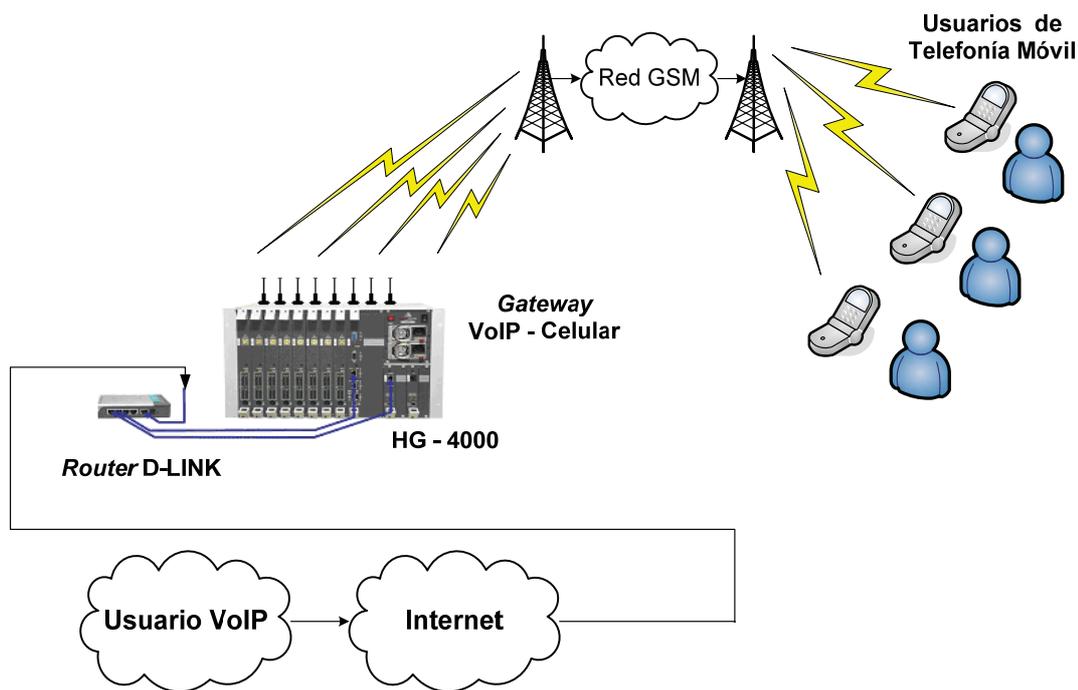


Figura 3.5 Sistema Digital en base a un *gateway*

3.1.3.1. HG-4000 Hypermedia

Es un sistema de telefonía modular, escalable y flexible que permite interactuar en la red inalámbrica celular y en la red IP/Ethernet. Al ser conectada a la LAN de las empresas privadas, su diseño permite reducir sus costos de telefonía celular. El sistema está acoplado a un *router* D-Link que actúa de *firewall* y tiene la función de separar la red WAN de la LAN del *gateway* HG-4000.

Posee características como las siguientes:

- Posee 8 tarjetas desmontables, cada una de ellas con 16 porta-SIMs (*SIM holder*), y un *splitter* integrado para multiplexar la señal celular de 4 SIMs a través de una sola antena. Esto permite el uso de 32 canales simultáneos (32 SIMs trabajando) de un banco de 128.
- Tiene puertos de uso general para señalización y la voz, así como también de puertos propios para los CDRs y demás herramientas de administración acorde a las necesidades.

- Posee una interfaz Web para su administración local o remota, haciéndolo amigable, permitiendo ajustar su programación a las necesidades de cada empresa. Esta interfaz permite el monitoreo de todas y cada una de las llamadas desde y hacia el HG-4000, así como de su redireccionamiento. También permite monitorear el estado del abonado, el estado de la llamada y las características de la red celular GSM.
- Permite la conmutación automática de la SIM, su programación por horarios y su bloqueo por costos.
- Maneja los protocolos H.323, H.425, Fast Start, Q.931, E.164 y los codecs de audio G.723, G.729AB, G.711 y GSM.
- Permite administrar varios proveedores o usuarios con diferente Plan de Marcación y un *firewall* por IPs, además del *firewall* propio del sistema.

3.1.4. OTROS SISTEMAS

Otra forma de enrutar llamadas desde la red IP a la red celular es a través de una conexión directa entre el Proveedor de VoIP y la Operadora de Telefonía Móvil a través de su Plataforma de Interconexión, tal como lo muestra la figura 3.6.

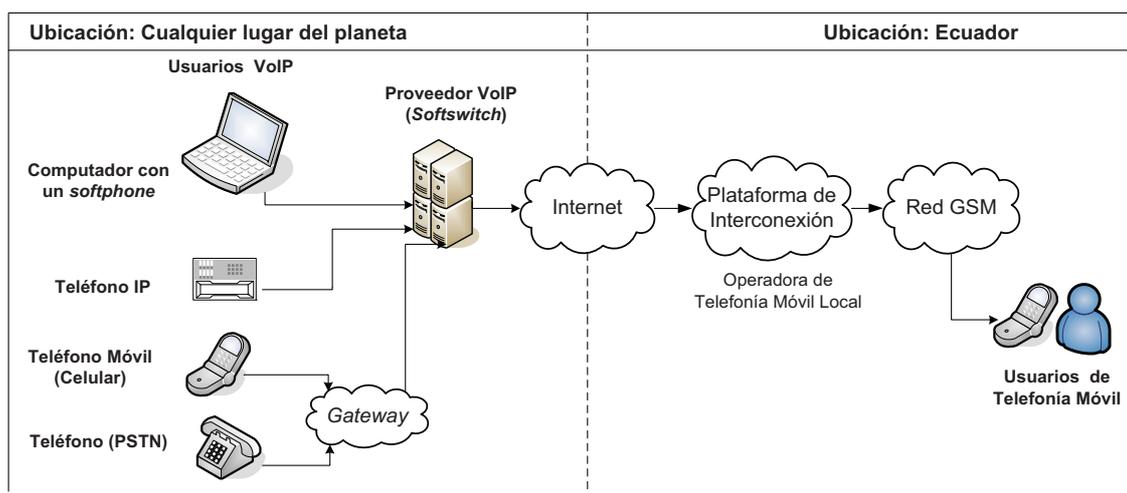


Figura 3.6 Sistema de llamadas a través de la Plataforma de Interconexión

En este sistema de llamadas no existen *gateways* de por medio, solo un enlace de “*switch a switch*”, es decir las llamadas IP serán enviadas desde el *Softswitch* a la Plataforma de Interconexión. A este sistema de llamadas de conexión directa se lo conoce como una “ruta blanca”.

Los otros sistemas que utilizan *gateways* de por medio para llegar a la red celular se los conoce como “rutas grises”.

La diferencia entre una ruta blanca y una gris es el paso del tráfico por la Plataforma de Interconexión de la operadora móvil. Con una ruta blanca, la operadora móvil ejerce un control total del tráfico sobre su propia red a diferencia de una ruta gris que puede saturar las celdas locales con tráfico internacional.

3.2. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

3.2.1. SISTEMA DIGITAL EN BASE A DOS *GATEWAYS*

3.2.1.1. *Quintum VoIP Multipath Switch*

El *Multipath Switch Quintum* será utilizado como *gateway* H.323 y configurado de acuerdo a las necesidades a través de su administrador amigable GUI (*Graphical User Interface*).

3.2.1.1.1. Configuración del sistema

Para proceder a configurar el *Multipath Switch Quintum* en modo gráfico, es necesario conocer la dirección IP que tiene asignada el equipo, para ello se establece un enlace con el *Hyperterminal* a través de la interfaz RS-232 al COM1 con los siguientes parámetros: *Bit rate* = 38400, Número de Bits = 8, Paridad = Ninguno, Bits de parada = 1, Control de Flujo = Ninguno. En la figura 3.7 se muestra la configuración de estos parámetros.

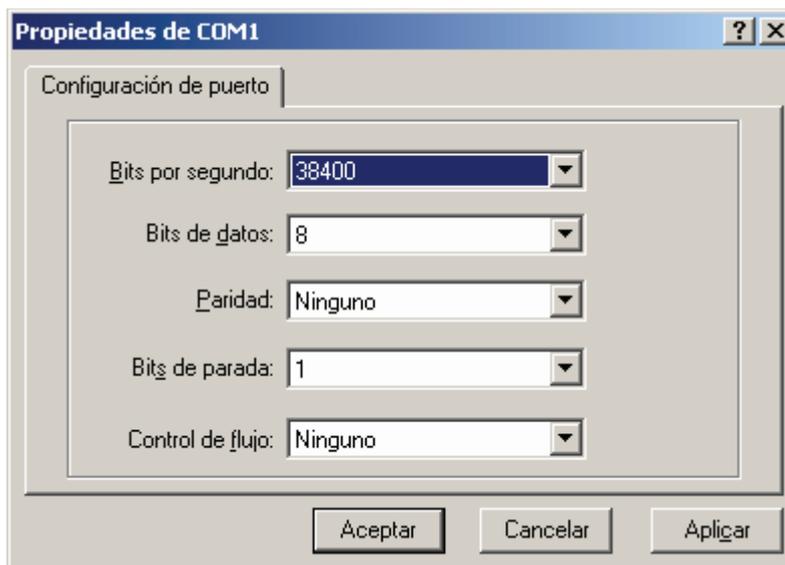


Figura 3.7 Parámetros de conexión a través del hyperterminal

Una vez establecida la comunicación, se digita *command*, el cual despliega los comandos esenciales para la configuración CLI (*Command Line Interface*); esto puede ser observado en la figura 3.8.

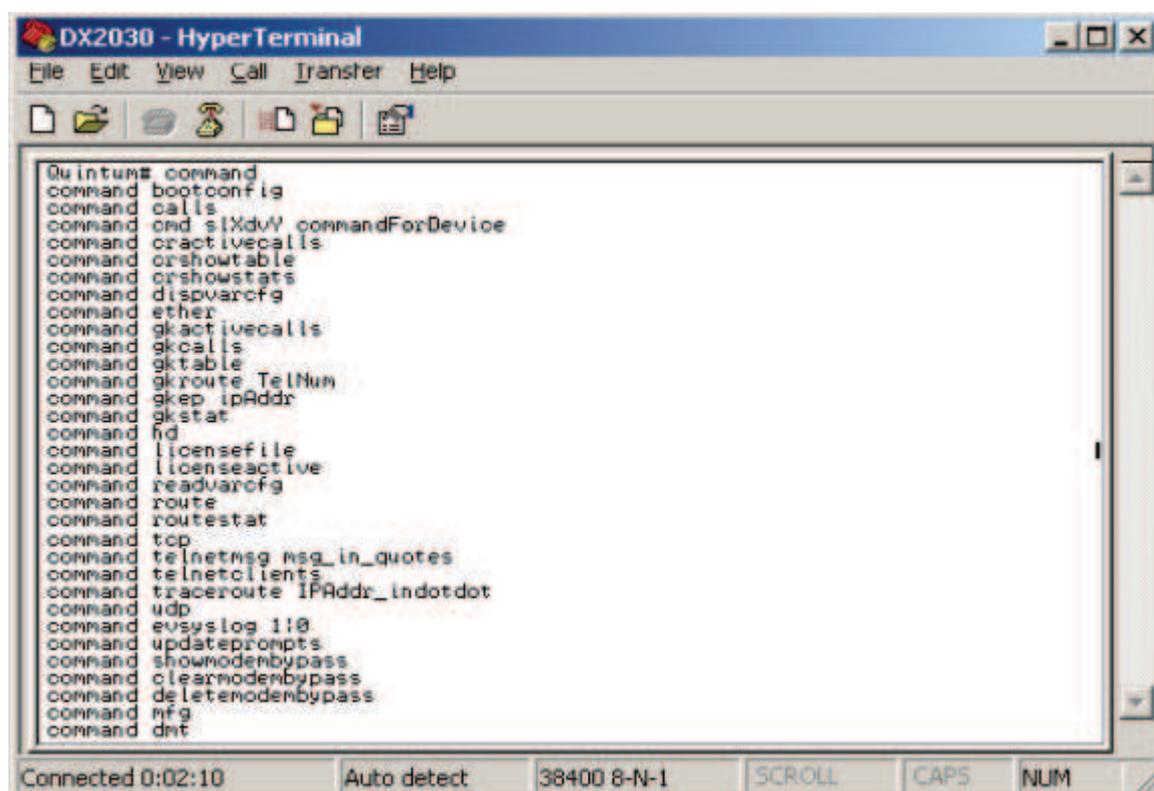


Figura 3.8 Comandos CLI principales

Se usa el comando *ether* y *show* para conocer la IP asignada al equipo, tal como lo muestra la figura 3.9.

```

Quintum# ether
Quintum-EthernetInterface-SL1DV1EI1# show
EthernetInterface-SL1DV1EI1 :
name                : (Not Set)          name
PortNumber          : 1                Read Only, Physical
ManagementAccess    : 1                Access Enabled; Defa
DUPlex              : 0                Auto
IPAddress           : 192.168.0.1
WebServerPort       : 8080          Port Number
SubnetMask          : 255.255.255.0
ExternalNATIPAddr   : 0.0.0.0
DHCPEnabled         : 0                Disabled
PPPOEEnabled        : 0                Disabled, default
PPPOERedialInterval : 0                default
PPPOEUserName       : (Not Set)       user defined
PPPOEPassWord       : (Not Set)       user defined
InternalNATIPDirAttached : (unspecified)
FilterIPDirAttachedE1..16] : (unspecified)

Quintum-EthernetInterface-SL1DV1EI1#

```

Figura 3.9 Parámetros de la interfaz *ethernet* en el hyperterminal

Los CDRs deben tener la hora y la fecha correcta de cada llamada, para ello se necesita conocer la fecha del sistema con el comando *config# date* y de ser necesario se debe actualizar con *config# date mm/dd/yy/hh:mm:ss*.

Así por ejemplo *config# date 01/22/08/11:28:30* representa: Martes, Enero 22 de 2008, 11 h 28 m 30 s a.m. tal como lo indica la figura 3.10.

```

Quintum# config
config# date
Current system time is TUE JAN 22 12:32:09 2008
config# date 01/22/08/11:28:30
System time has been set to TUE JAN 22 11:28:30 2008
config# date
Current system time is TUE JAN 22 11:28:52 2008
config# _

```

Figura 3.10 Fecha del sistema

Usando el administrador gráfico se procede a conectarse con el *Multipath Switch* de IP 192.168.0.1 a través del puerto 8080, así lo muestra la figura 3.11.

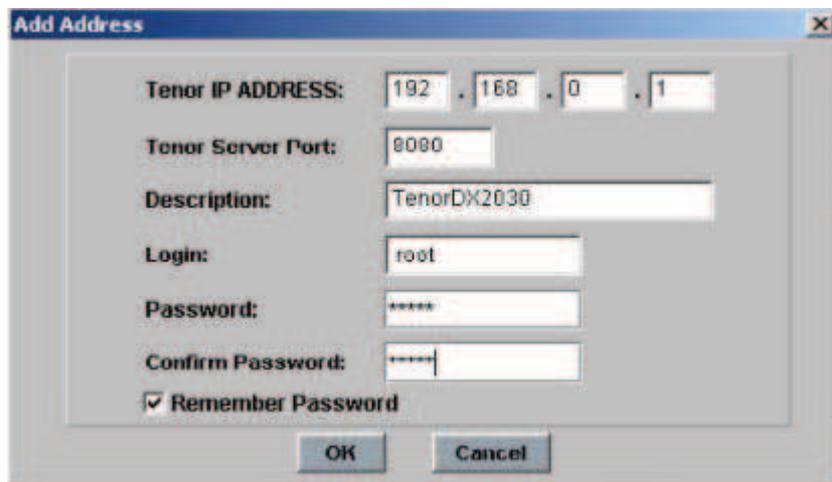


Figura 3.11 Parámetros de acceso al Multipath Switch *Quintum*

3.2.1.1.2. Configuración de la interfaz *ethernet*

Es necesario establecer los parámetros de la interfaz *ethernet*, para ello se ingresa la nueva dirección IP (201.219.11.88) y la máscara de la red (255.255.255.248) en el directorio *Ethernet Interface-1*. También se selecciona en el campo *Duplex: Auto Sensing*, característica que permite al equipo enviar y recibir información al mismo tiempo sobre el puerto *ethernet*. La figura 3.12 muestra lo descrito.

3.2.1.1.3. Restricción por dirección IP

Para permitir el tráfico de llamadas solo a usuarios autorizados, se agrega sus direcciones IP en el campo *Allowed Endpoints* y para bloquear el resto de IPs no autorizados e IPs fantasmas, se agrega su IP en el campo *Barred Endpoints*; para ello se usa el directorio *End Point Address Directory* como lo muestra la figura 3.13.

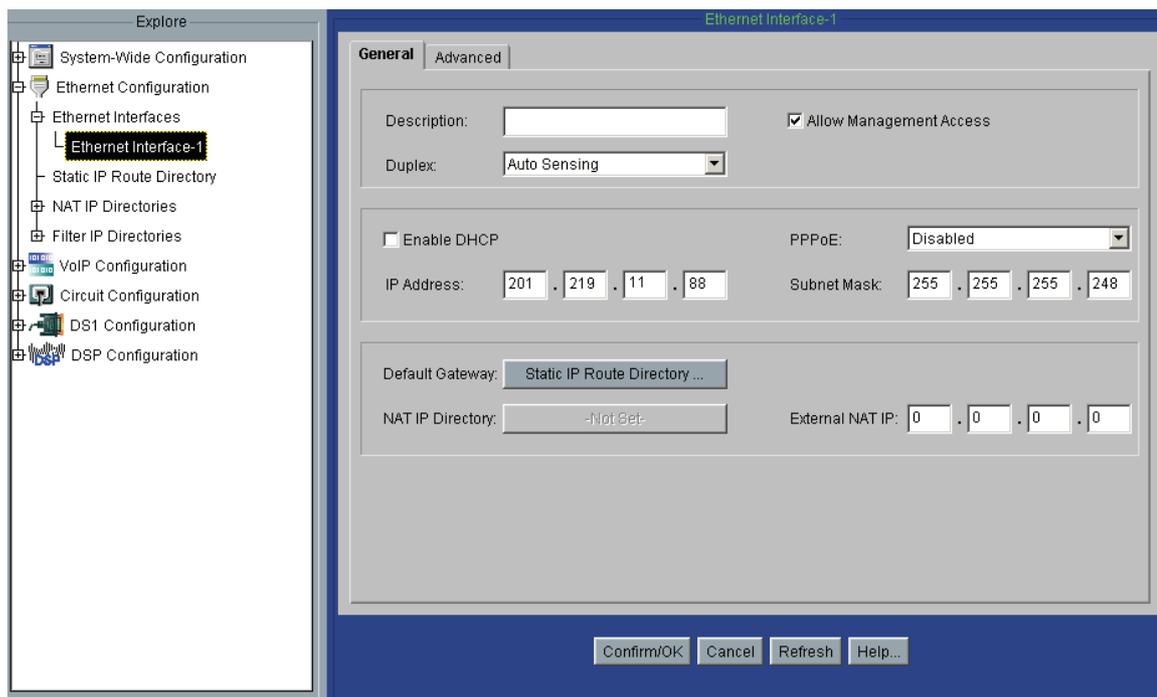


Figura 3.12 Parámetros de la interfaz *ethernet*

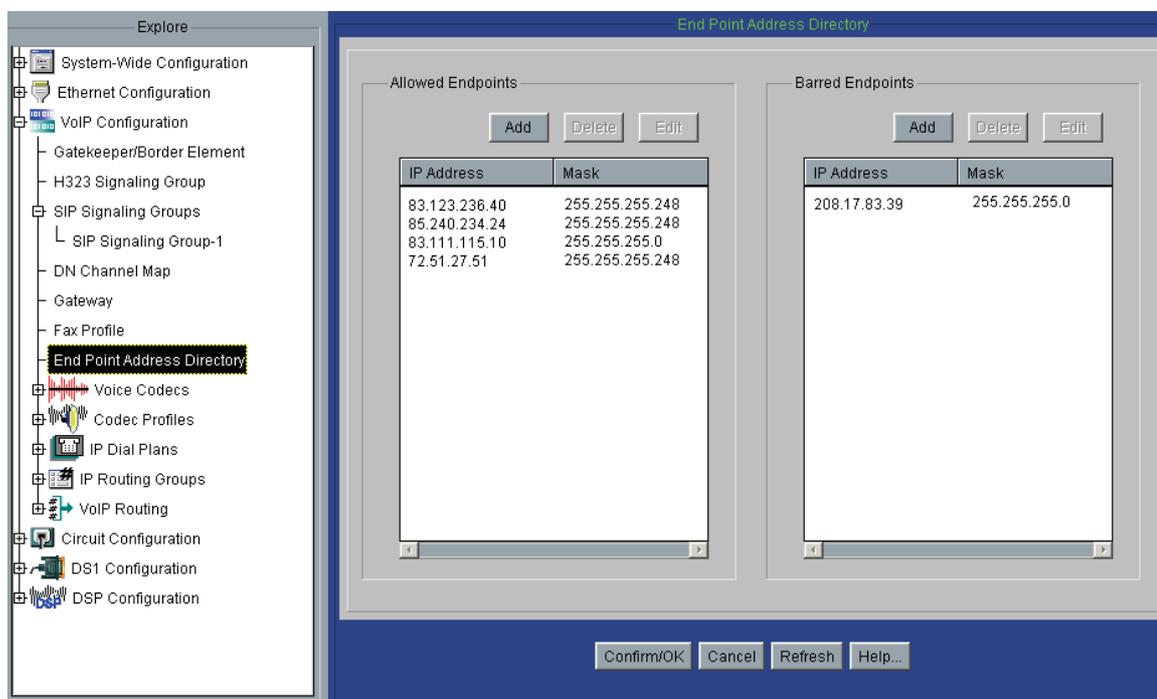


Figura 3.13 Acceso a los canales de voz por dirección IP

3.2.1.1.4. Selección del Codec

Los codecs garantizan la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión. La correcta selección del codec es importante por las siguientes razones:

- La calidad de la voz varía según el codec utilizado en la transmisión
- El ancho de banda que utiliza el sistema depende del codec seleccionado

En el directorio *Voice Codec-1* y *Voice Codec-2* se pueden seleccionar los codecs de audio disponibles y el tamaño del *payload* que se crea conveniente; se selecciona el codec G.723.1 a 6.3 Kbps con un *payload* de 30 ms como primario y el codec G.729AB a 8 Kbps con un *payload* de 30 ms como secundario. En la figura 3.14 se muestra la selección del primer codec de voz.

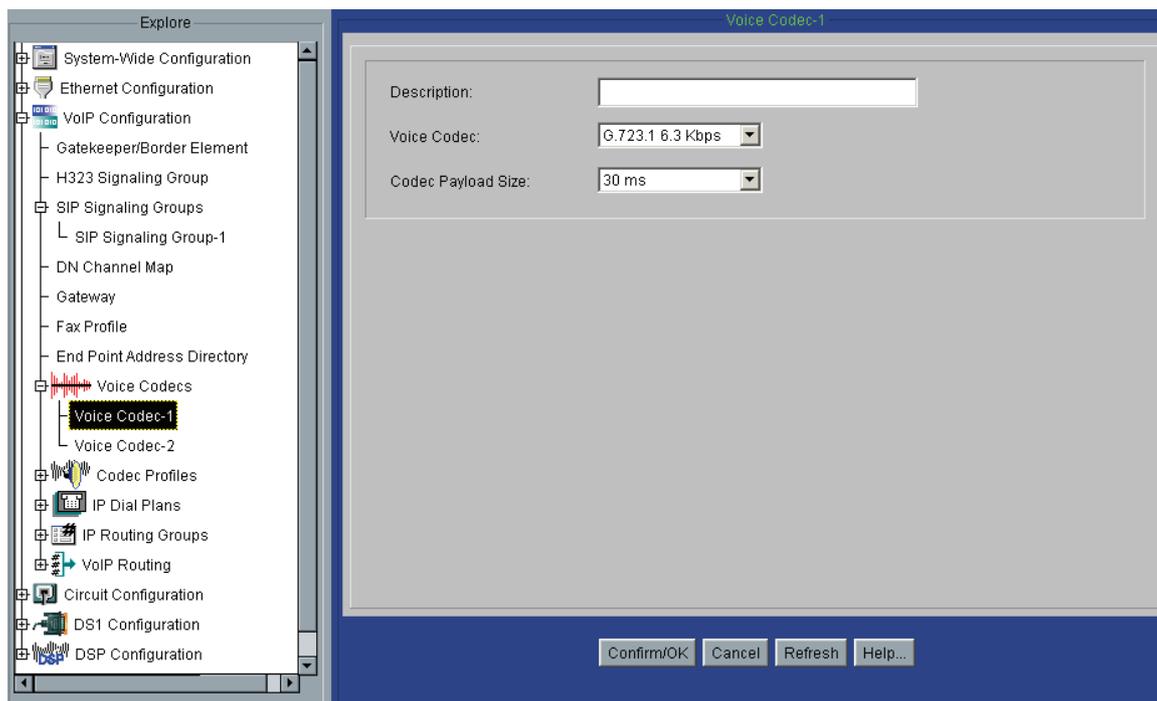


Figura 3.14 Primer Codec de voz

Por lo tanto el usuario VoIP puede enviar los paquetes de voz en dos codecs diferentes y puede elegir su uso en la pestaña *Codecs Profiles* (Figura 3.15) al igual que la prioridad de un codec sobre otro.

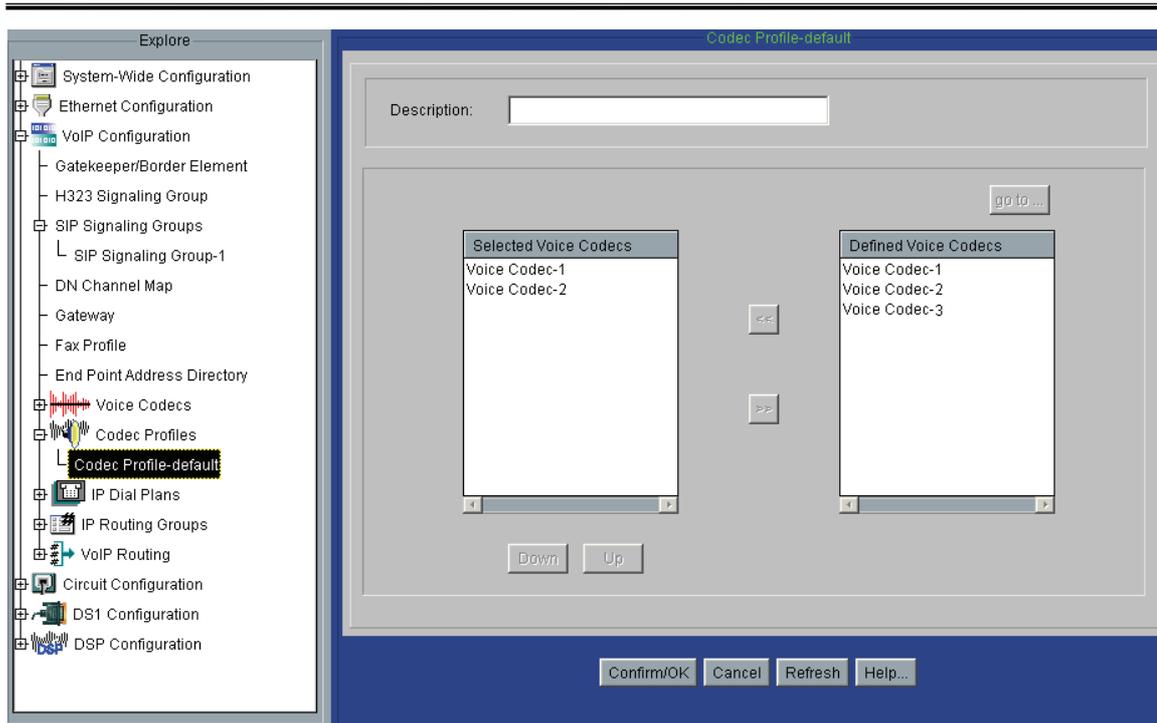


Figura 3.15 Selección del Codec de voz a usar

3.2.1.1.5. Configuración del protocolo de señalización

En el presente Proyecto de Titulación, el sistema VoIP-Celular utiliza el estándar H.323 y para ello el *Multipath Switch Quintum* debe ser configurado como un *gateway* H.323 y función es la gestión de los paquetes de voz IP. Para ello se ingresa al directorio *Gateway*, y se selecciona el Protocolo H.323, tal como lo muestra la figura 3.16.

También se debe activar el Protocolo H.245 y el mecanismo *Fast start*, esto se lo realiza en la pestaña *Advanced* como lo muestra la figura 3.17.

- H.245: Para el transporte de información no-telefónica (gestión de *jitter*, la codificación, el control de flujo y la gestión de canales lógicos para su apertura y cierre) durante la conexión.
- *Fast Start*: Para el envío de todos los datos más importantes de H.245 dentro del primer mensaje de H.323 reduciendo así la sobrecarga y el tiempo de procesamiento, permitiendo que los canales de voz estén

operacionales antes de que el mensaje de *CONNECT* sea enviado, logrando una ruta de audio más rápida a la hora de iniciar una llamada.

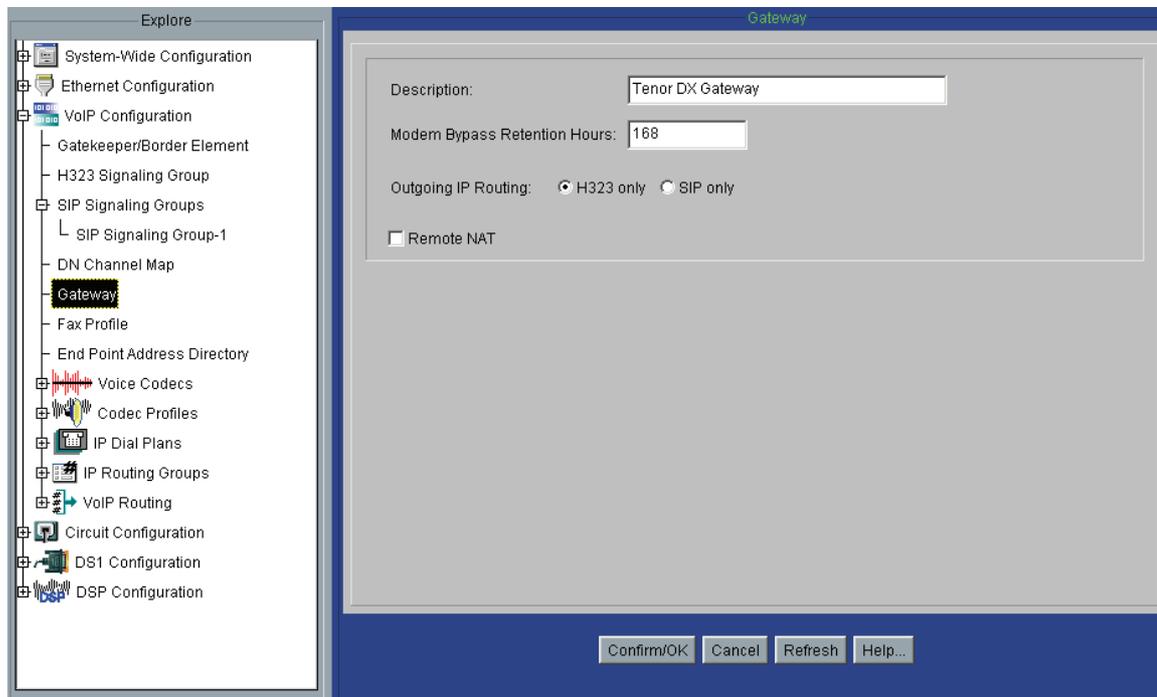


Figura 3.16 Selección del *Gateway*

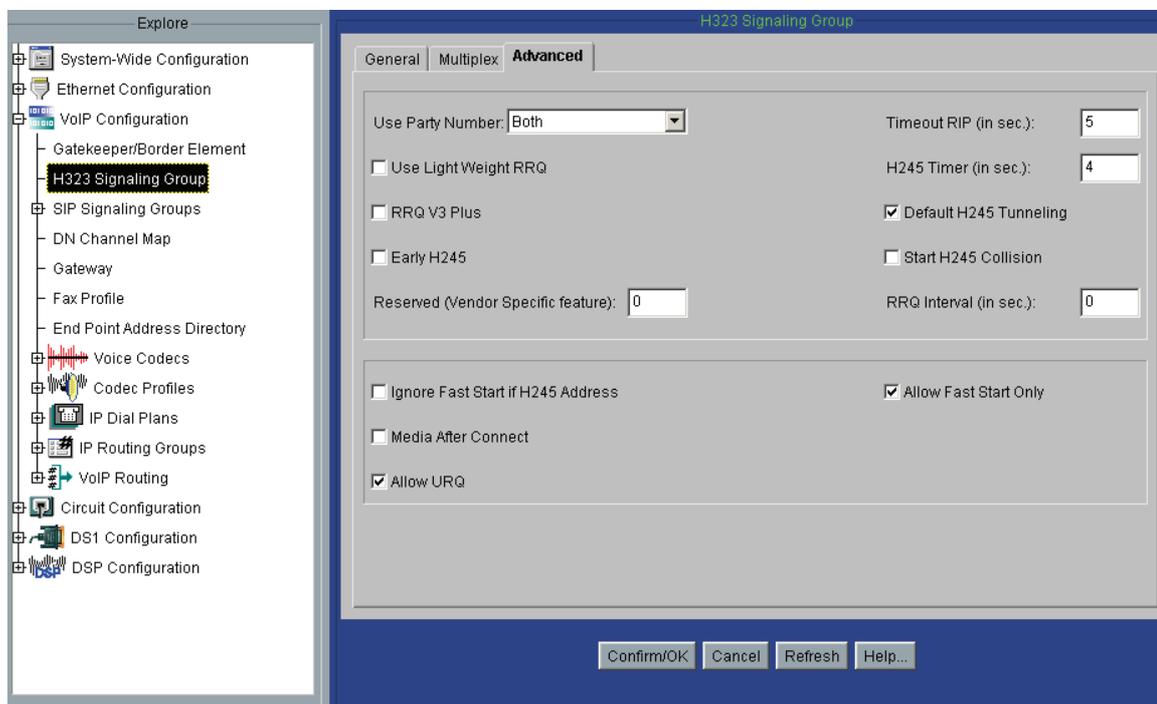


Figura 3.17 Selección de Protocolos

3.2.1.1.6. Configuración de las opciones de ruteo

Para aplicaciones que requieren el ingreso de dígitos durante la llamada VoIP, a través del *Multipath Switch Quintum*, se habilita el reconocimiento de envío de tonos DTMF, para ello se selecciona en el campo *H.323 Digit Relay*, el método de envío *Out of Band H245 Alphanumeric*.

Es recomendable activar la opción Supresión de silencio o VAD (*Voice Activity Detector*), usado para detectar la actividad de voz y así durante períodos largos de silencio no se envía ningún paquete permitiendo el ahorro de recursos.

Estas opciones están en el directorio *IP Routing Group - default* en la pestaña *General* tal como se muestra en la figura 3.18. Mientras que en la figura 3.19 del mismo directorio, en la pestaña *Advanced* se selecciona los siguientes parámetros:

- La detección del TON (*Type Of Number*) y del NPI (*Number Plan Identification*) que permite la identificación del plan de numeración y del tipo del número entrante digitado a través de la tarjeta E1.
 - Los niveles de audio tanto para el emisor como para el receptor, amplificándola o reduciéndola.
 - Los mecanismos para el tratamiento de la calidad de servicio tales como:
 - a. ToS (*Type Of Service*): Es una etiqueta en el paquete IP utilizada para marcar la prioridad de los datos, así una aplicación puede mejorar la gestión del paquete a nivel de red.
 - b. DiffServ (*Differentiated Services*): Es un mecanismo que extiende la capacidad del ToS. Este mecanismo clasifica y ubica los paquetes marcados dentro de una clase de tráfico, en lugar de un tráfico basado en los requisitos de un flujo individual.
-

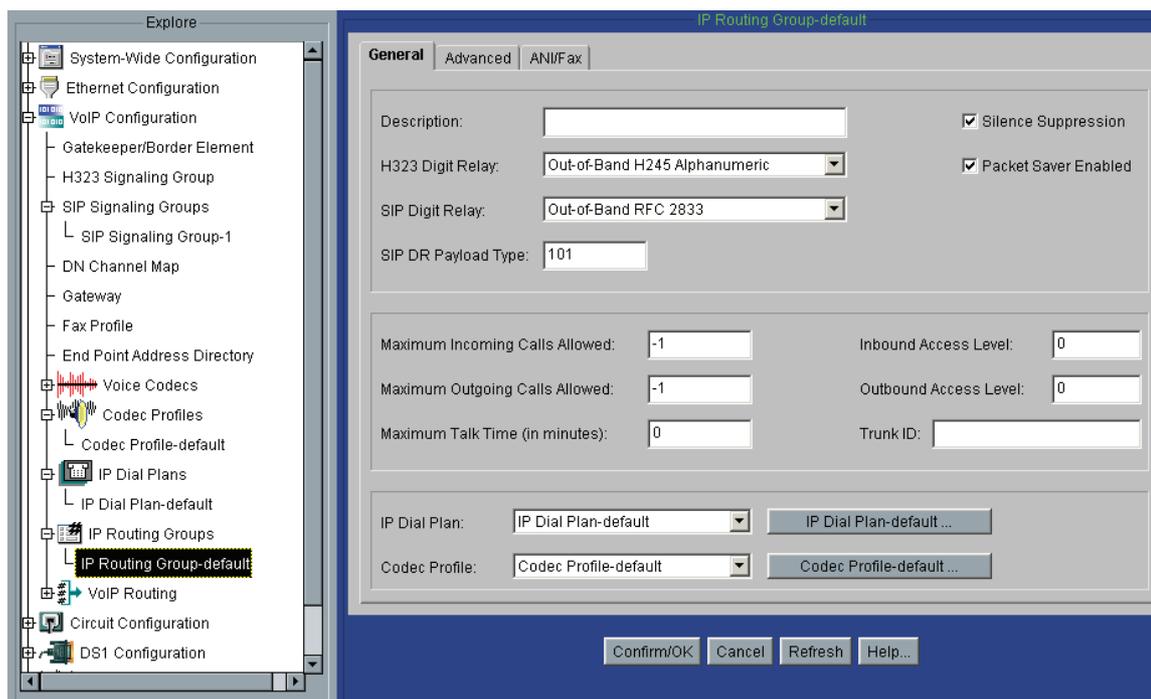


Figura 3.18 Opciones de ruteo

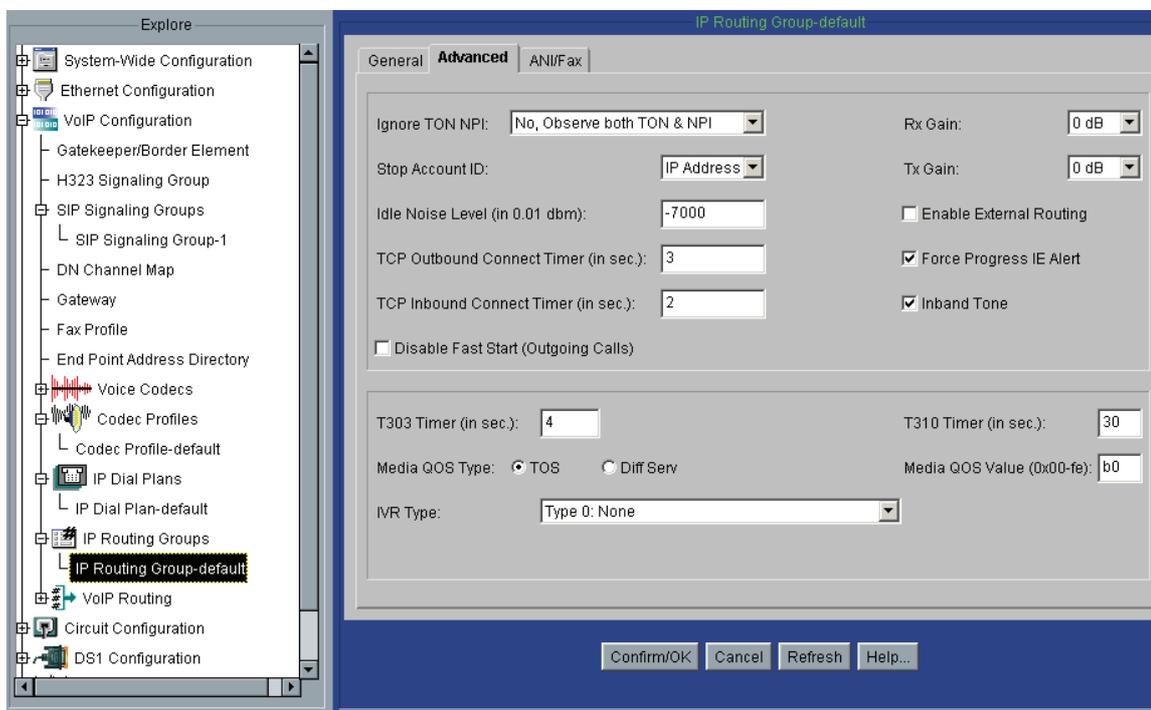


Figura 3.19 Opciones avanzadas de ruteo

3.2.1.1.7. Configuración del Plan de Marcación (*Dial Plan*)

El *Multipath Switch Quintum* ajusta automáticamente su *Dial Plan* al lugar donde se encuentre, para ello se debe seleccionar el país correspondiente en el campo *DialPlanCountry* o seleccionar *Generic CCITT* para un plan de numeración más general.

Para seleccionar automáticamente los tonos de señalización de cada país, se utiliza el campo *Progress Tone Country*. En el presente se seleccionará *USA*.

El *Dial Plan* está formado por una cantidad de números pertenecientes al número del abonado local más el prefijo acordado con el usuario VoIP. Por ejemplo el número 091109113 local, más el prefijo 00593 establecerá el número 0059391109113 que es el número que llegará al *Multipath Switch Quintum* desde la Internet. En la tabla 3.1 se tiene el *Dial Plan* de telefonía celular que puede ser usado para nuestros fines.

Porta	00593 8 25x xxxx	00593 8 8xx xxxx	00593 9 1xx xxxx	00593 9 4xx xxxx
	00593 8 26x xxxx	00593 8 90x xxxx	00593 9 20x xxxx	00593 9 7xx xxxx
	00593 8 27x xxxx	00593 8 92x xxxx	00593 9 21x xxxx	00593 9 91x xxxx
	00593 8 28x xxxx	00593 8 97x xxxx	00593 9 22x xxxx	00593 9 93x xxxx
	00593 8 29x xxxx	00593 8 98x xxxx	00593 9 23x xxxx	00593 9 94x xxxx
	00593 8 5xx xxxx	00593 8 99x xxxx	00593 9 24x xxxx	00593 9 95x xxxx
	00593 8 6xx xxxx	00593 9 0xx xxxx	00593 9 3xx xxxx	00593 9 96x xxxx
Movistar	00593 8 4xx xxxx	00593 9 25x xxxx	00593 9 29x xxxx	00593 9 92x xxxx
	00593 8 70x xxxx	00593 9 26x xxxx	00593 9 5xx xxxx	00593 9 97x xxxx
	00593 8 71x xxxx	00593 9 27x xxxx	00593 9 8xx xxxx	00593 9 98x xxxx
	00593 8 72x xxxx	00593 9 28x xxxx	00593 9 90x xxxx	00593 9 99x xxxx
Alegro	00593 8 20x xxxx	00593 8 23x xxxx		
	00593 8 21x xxxx	00593 8 24x xxxx		
	00593 8 22x xxxx	00593 9 6xx xxxx		

Tabla 3.1 Tabla del *Dial Plan* Celular para Ecuador

Por lo tanto el valor del campo *Maximum Dial Digit Length* es 13 y en el *Minimum Dial Digit Length* es 4 en caso de números especiales, tal como lo indica la figura 3.20.

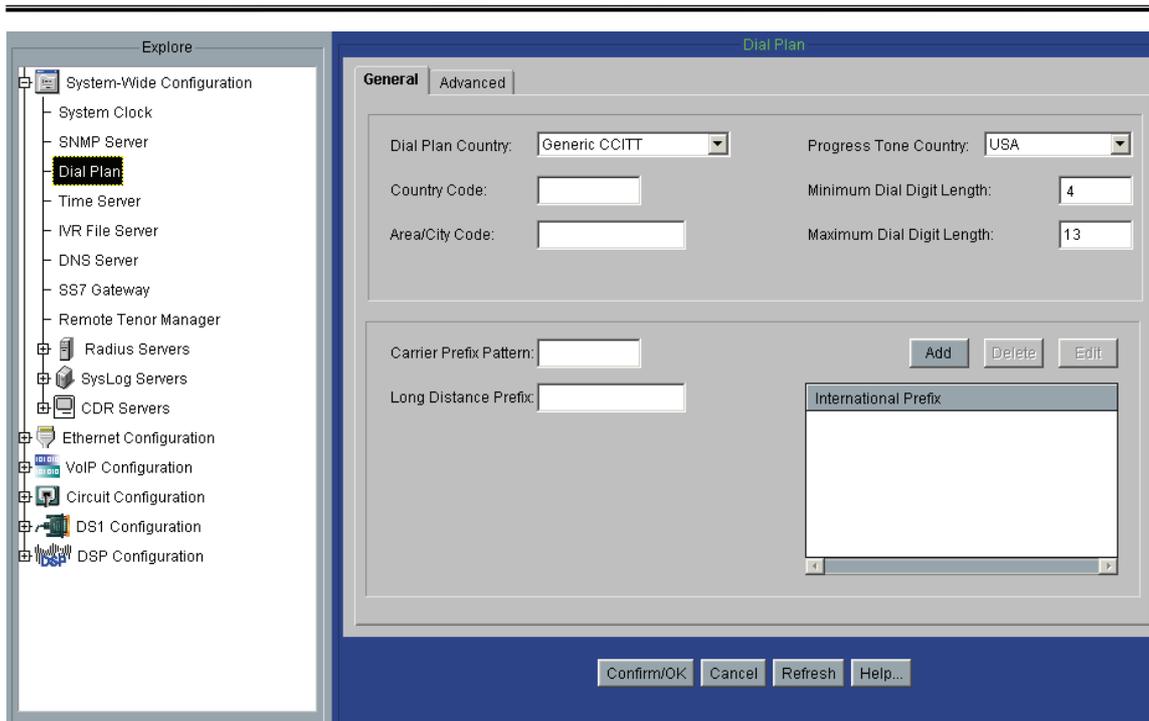


Figura 3.20 Generalidades del *Dial Plan*

Para la traslación del número recibido del usuario VoIP a la red GSM, se sustituye el prefijo 00593 por 0, tal como lo muestra el ejemplo de la figura 3.21.

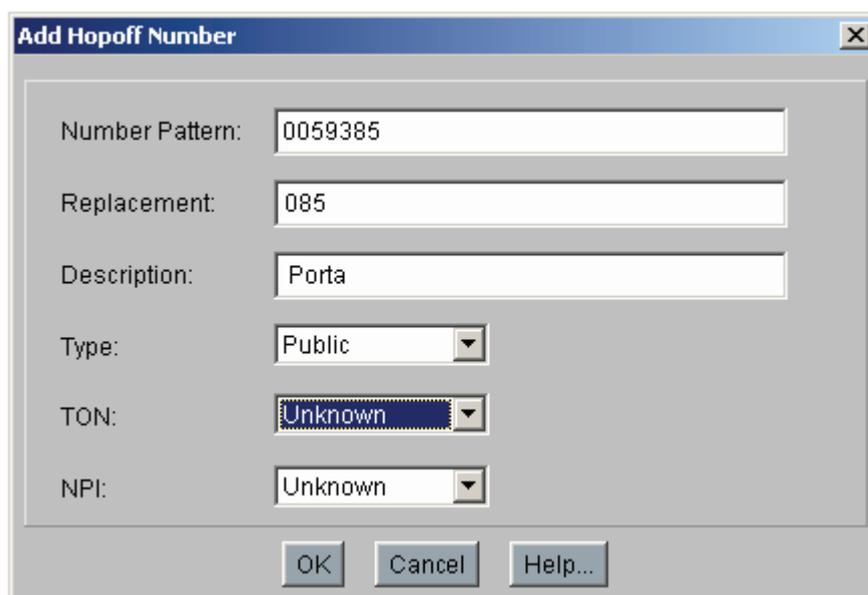


Figura 3.21 Construcción del *Dial Plan*

Así por ejemplo el *Dial Plan* con terminación en la Red Celular Porta, sería como lo muestra la figura 3.22.

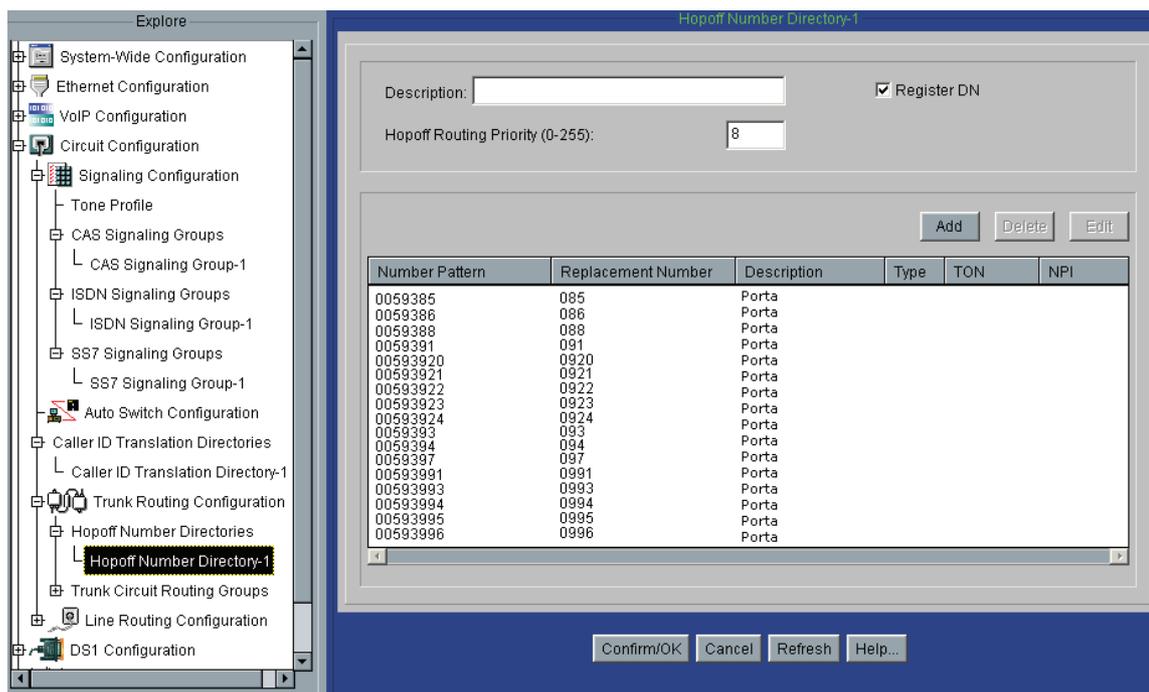


Figura 3.22 Plan de Marcación Porta

3.2.1.1.8. Configuración de la interfaz Digital

Dependiendo del tipo y la cantidad de tarjetas instaladas en el *Multipath Switch Quintum*, se obtiene un equipo con varias troncales de voz, cada una de ellas con un formato de transmisión digital E1 o T1.

El formato E1 (rec. ITU-T I.431) define un enlace entre dos terminales de 2,048 Mbps full dúplex usando 32 canales de 64 Kbps por canal. El sistema está formado por tramas de 32 *Time Slot* (TS) numerados del 0 al 31 y agrupadas en multitramas de 16 tramas. Cada trama de la multitrama llevará información de alarmas, control, alineación y señalización en los TS 0 y 16, por tal razón este sistema sólo tiene 30 canales vocales. El estándar permite que se realice el chequeo de redundancia cíclica CRC-4 y usar casi en forma exclusiva el código de línea HDB3. ^[75]

La señalización empleada en el TS16 puede ser de tres tipos:

-
- CAS (*Channel Associated Signaling*): La señalización de canales asociados utiliza una estructura alterna para señalar de manera independiente cada uno de los 30 canales de la trama. Es usado para controlar la configuración de la llamada, la apertura y cierre de la misma.
 - CCS (*Common Channel Signaling*): La señalización de canal común utiliza el TS16 más eficientemente enviando pequeños mensajes codificados con información de la llamada, incluyendo Identificador de llamada (*Caller ID*), tipo de transmisión requerida, etc. Es usado exclusivamente para la señalización entre los equipos terminales en sistemas ISDN, SS7 (*Signaling System 7*) y sistemas tipo propietario. ISDN es usado normalmente entre nodos locales de telefonía mientras que SS7 es normalmente usado entre nodos y operadores.^[76]
 - 31CH: No transporta señalización y usa el TS16 como canal de datos cualquiera llamado canal 31, configuración utilizada para el transporte de enlaces de datos.

Las interfaces E1 generalmente tienen las siguientes opciones de configuración:

- Señalización: CCS o CAS.
- Código de línea: AMI o HDB3.^[77]

El formato T1 (rec. ITU-T I.430) define un enlace de 1,544 Mbps y consiste en 24 canales de 64 Kbps por canal. El estándar permite que se realice el chequeo de redundancia cíclica CRC-6 y usar casi en forma exclusiva el código de línea B8ZS. Las interfaces T1 generalmente tienen las siguientes opciones de configuración:

- Señalización: D4 o ESF (*Extended Super Frame*).
 - Código de línea: AMI o B8ZS.
-

Con la elección del formato de transmisión E1, en el *Multipath Switch Quintum*, en la pestaña *General* del directorio *Digital Interface -1* se selecciona E1, el código de línea HDB3 y el codec *A-Law* (*A-Law* para E1 y *Mu-Law* para T1). La figura 3.23 muestra lo anteriormente mencionado.

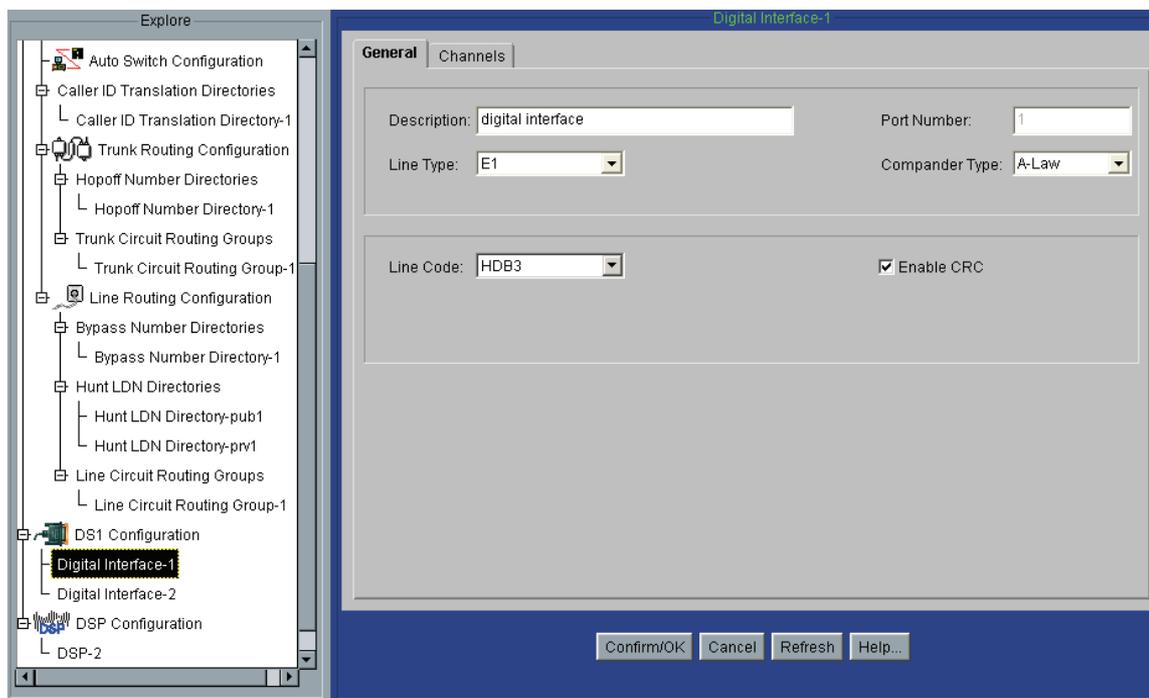


Figura 3.23 Parámetros de la tarjeta digital

3.2.1.1.9. Asignación de canales

Se puede asignar un número determinado de canales a uno o más usuarios VoIP en cada interfaz E1 o T1, todo depende de la capacidad de cada interfaz. Para ello se asocia la señalización del grupo de canales con la troncal a la que pertenecen dichos canales.

En la figura 3.24, en el directorio *Digital Interface -1*, en el campo *Channels*, se indica la selección de un grupo de canales que pertenecen a un E1 con señalización *ISDN Signaling Group-1* asociado a la troncal *Trunk Circuit Routing Group-1*.

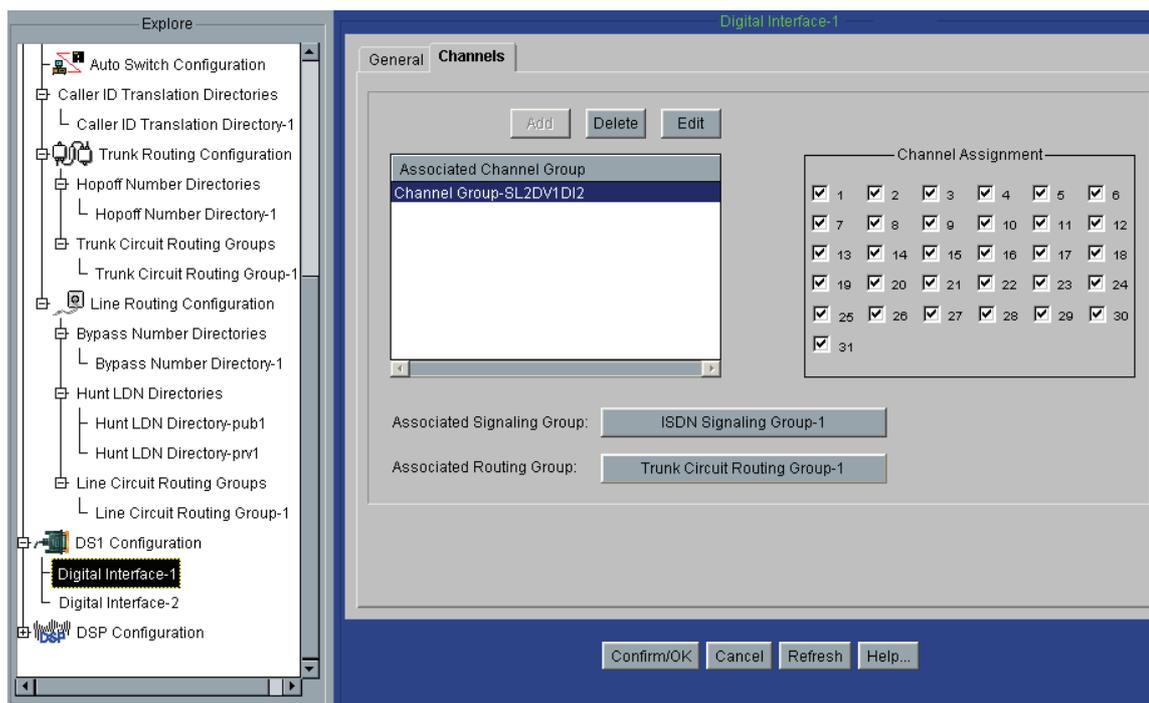


Figura 3.24 Canales E1

3.2.1.1.10. Configuración de los parámetros ISDN

Los parámetros a configurar son: la fuente del reloj del sistema (sincronización), los canales ISDN, el tipo de acceso y el tipo protocolo ISDN.

a) Sincronización

En un sistema digital en base a dos *gateways*, se debe definir quien emitirá la sincronización del sistema, para ello un *gateway* debe ser configurado como NT (*Network Termination*) y el otro como TE (*Terminal Equipment*).

La NT deriva su temporización del reloj de la red. El TE sincroniza su temporización a partir de la señal recibida de la NT y sincroniza en consecuencia su señal transmitida. ^[78]

Opciones de fuente de sincronización:

-
- NT llamado también *Network, Master, pri_net* o *PRI master*.
 - TE llamado también *User, Slave, pri_cpe* o *PRI slave*.

b) Canales ISDN

En ISDN la transferencia de información y señalización están definidos en los siguientes canales:

- Canal B (Canal básico de usuario): Usado para el transporte de información (voz o datos) a 64 Kbps.
- Canal D (Canal de señalización): Sirve para llevar información de señalización para el control de las llamadas asociadas con los canales B. También puede ser usado para la conmutación de paquetes de baja velocidad mientras no haya esperando información de señalización. Estos canales trabajan a 16 Kbps o 64 Kbps según el tipo de servicio contratado.^[79]
- Canal H (Canal de alta velocidad): Son canales equivalentes a la combinación de varios canales B. Se utilizan para el transporte de flujos de información de usuario a velocidades superiores a 64 Kbps como audio y video de alta calidad.^[80]

Configuración típica en una interfaz T1 PRI:

- B *channel* =1-23
- D *channel* =24

Configuración típica en una interfaz E1 PRI:

- B *channel* =1-15,17-31
 - D *channel* =16
-

c) Tipos de acceso

Según el servicio a implementarse, existen dos tipos de acceso en la ISDN de banda estrecha, éstos son:^[81]

- Acceso básico o BRI (*Basic Rate Interface*)

Conocido también como 2B+D, está formado por 2 canales B de 64 Kbps cada uno y 1 canal D de 16 Kbps. Este tipo de servicio está orientado a residencias y pequeñas oficinas.

- Acceso primario o PRI (*Primary Rate Interface*)

En Europa y Australia rige el estándar E1 conocido también como 30B+D (30 canales B, 1 canal D y un canal para la sincronización). La velocidad de cada canal es de 64 Kbps, con una velocidad en conjunto de 2048 Kbps.

En Estados Unidos, Japón, Canadá rige el estándar T1 conocido también como 23B+D (23 canales B, 1 canal D y uno para sincronización). La velocidad de los canales B y D es de 64 Kbps y el de sincronización es de 8 Kbps con una velocidad en conjunto de 1544 Kbps.

d) Protocolos

Dependiendo del tipo de acceso al medio, en el sistema digital en base a dos *gateways* se debe definir el tipo de conmutación ISDN que utilizarán ambos equipos; siendo los principales:^[82]

- PRI 5ESS: 5ESS es la versión ISDN categoría 5 desarrollado por Lucent *Technologies*.
 - PRI 4ESS: 4ESS es la versión ISDN categoría 4 desarrollado por AT&T.
 - PRI DMS: DMS es un estándar de conmutación de circuitos digitales desarrollado por Nortel Networks.
-

-
- PRI NI2: Es el estándar ISDN 2 PRI de la CCITT
 - PRI INSNET 1500: Es un estándar de conmutación digital desarrollado por la NTT en Japón.
 - PRI ETSI: Conocido también como EuroISDN, es el estándar desarrollado por *European Telecommunications Standards Institute*.
 - PRI QSIG: El protocolo QSIG provee señalización a equipos PINX (*Private Integrated services Network Exchange*). Está basado en el estándar ISDN Q.931.
 - DASS2 (*Digital Access Signaling System 2*): Es un protocolo definido por British Telecom para enlaces digitales de la PSTN basados en ISDN.
 - BRI NET3: Para soporte de NET3 (TBR3) ISDN.
 - BRI CCITT QSIG: Para soporte de *switches* con señalización QSIG según la especificación Q.931/Q.921 ISDN.
 - BRI S031: Para soporte de *switches* S031 ISDN (Australia).
 - BRI 1TR6: Para soporte de *switches* 1TR6 ISDN (Alemania).
 - BRI NTT: Para soporte de *switches* NTT ISDN (Japón).
 - BRI VNX: Para soporte de *switches* VNx ISDN (Francia).

Opciones recomendadas y comúnmente encontradas en el formato T1: ^[83]

- national (National ISDN 2)
- dms100 (Nortel DMS100)
- 4ess
- 5ess
- ni1

Opciones recomendadas y comúnmente encontradas en el formato E1:

- euroisdn
-

Por lo anteriormente expuesto, en el directorio *ISDN Signaling Group-1*, pestaña *General* se configura la ISDN de la siguiente manera:

- El *Multipath Switch Quintum* es un *switch* de llamadas y será configurado en el modo *Slave* y el *gateway* GSM en el modo *Master*; esta configuración ésta recomendada por el fabricante.
- El canal D es el canal 16 para E1 y 24 para T1, por tal motivo se escoge la opción *Automatic* para que el equipo seleccione cualquiera de estos dos canales, según el acceso.
- El protocolo ISDN a usar es el PRI ETSI siendo un protocolo comúnmente utilizado en E1s.

La figura 3.25 muestra la configuración mencionada.

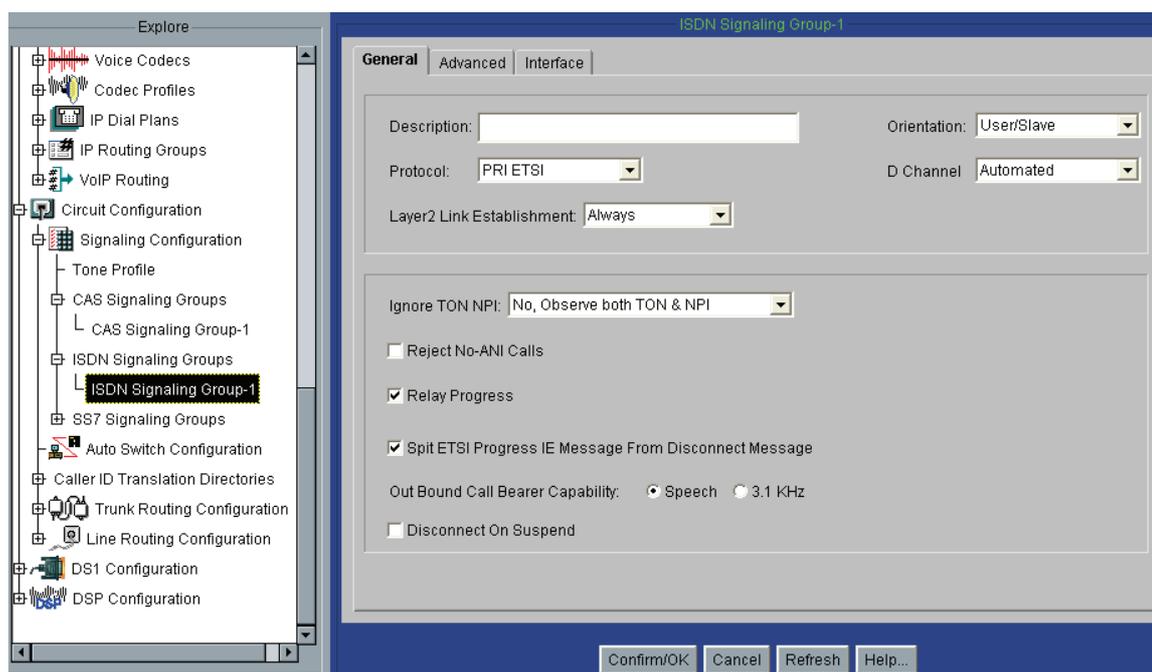


Figura 3.25 Parámetros ISDN

En el mismo directorio anterior, en la pestaña *Interface* se puede asociar la señalización ISDN a la interfaz digital asignada como lo muestra la figura 3.26.

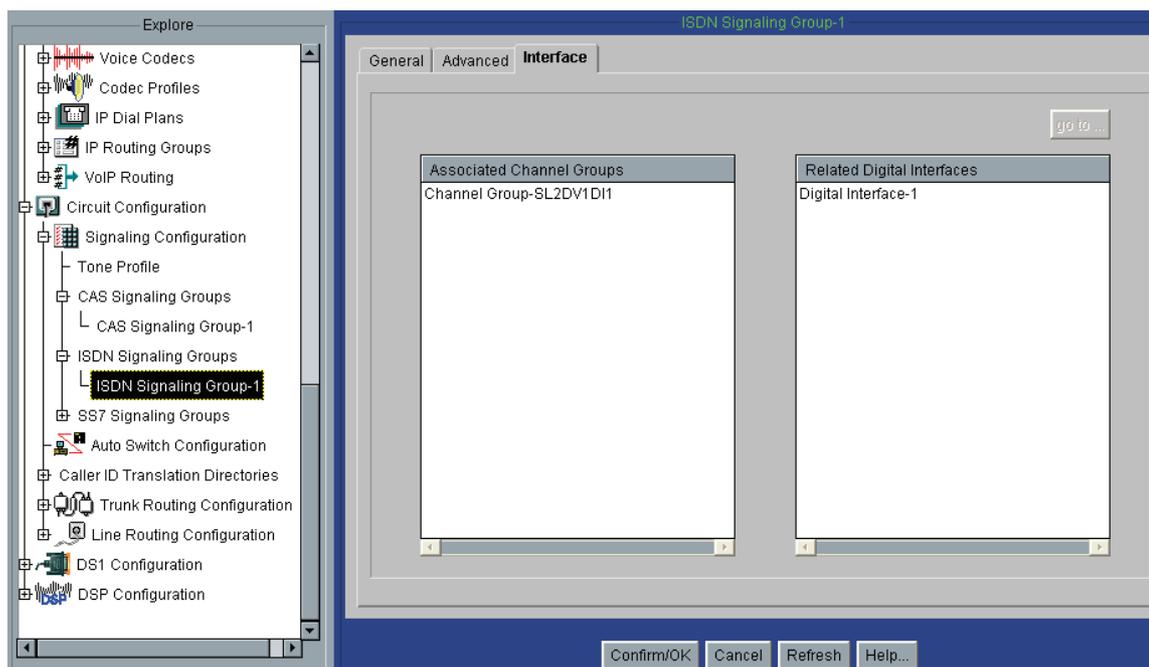


Figura 3.26 Selección de las características de la interfaz ISDN a usar

3.2.1.1.11. Configuración de la troncal de ruteo

En el directorio *Trunk Circuit Routing Group-1*, pestaña *General*, se configuran los parámetros de cómo será tratado el tráfico VoIP entrante.

En la pestaña *General* en el campo *Channels Hunting Algoritm* se selecciona la manera de cómo serán ocupados los canales: en forma ascendente, descendente o ramdónicamente; se seleccionará *Ascending Round Robin*.

Los sistemas de comunicaciones VoIP tienen la opción de elegir el tipo de tráfico que pasará a través sus redes: sólo tráfico entrante, sólo saliente o ambos, todo depende del tipo se servicio que se implemente. En el *Multipath Switch Quintum* se tiene esta opción en el campo *Direction*, se escoge la opción *Both*.

La figura 3.27 muestra la selección del tipo de tráfico y la forma de ocupación de los canales de voz.

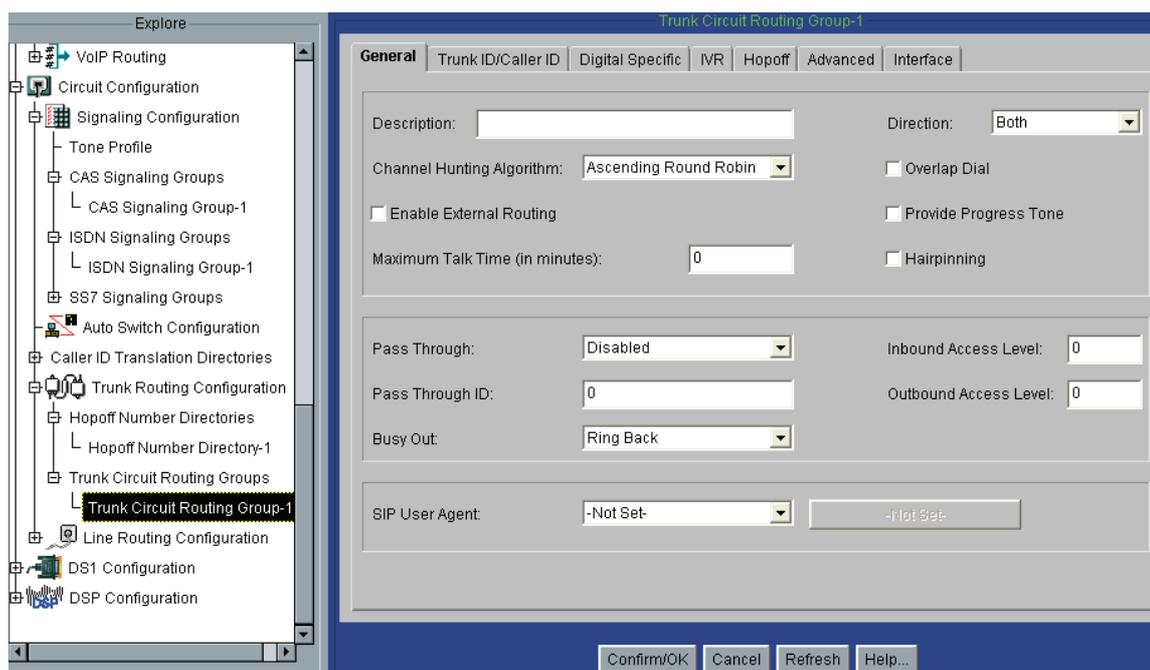


Figura 3.27 Características de la troncal usada por la interfaz digital

Los equipos de telefonía para iniciar una llamada necesitan detectar el fin de dígitos del número marcado, el mecanismo usado para la detección puede ser:

- Por la cantidad de dígitos marcados.
- Por un determinado tiempo después de no recibir más dígitos.
- Por el envío de un número o carácter especial que marque el fin de llamada (Ejemplo: el numeral #).

En la pestaña *Trunk ID/Caller ID* se puede elegir la detección del fin de dígitos del número llamado o la espera del carácter numeral # como fin de los mismos, así lo muestra la figura 3.28.

También se debe definir el Plan de Marcación que usará la troncal para las llamadas desde la Internet así como también la interfaz digital asociada a esta troncal.

En las figuras 3.29 y 3.30 se puede ver respectivamente, en la pestaña *Hopoff* la asociación con el Plan de Marcación y en la pestaña *Interface* la asociación con la

interfaz digital.

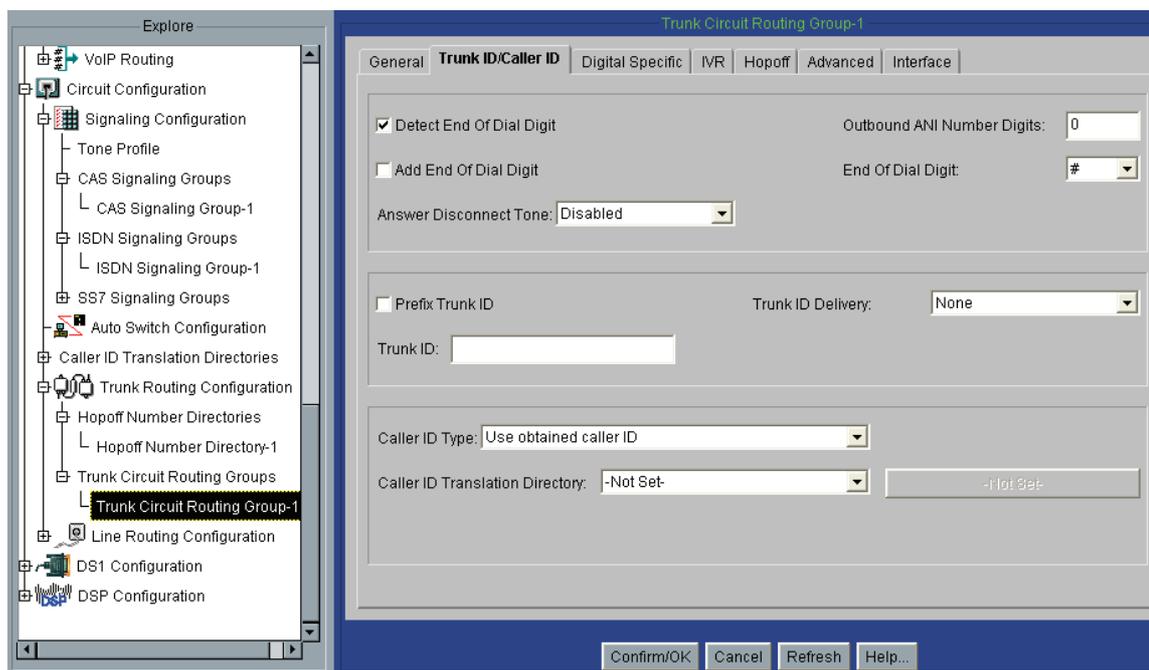


Figura 3.28 Forma de detección de fin de dígitos marcados

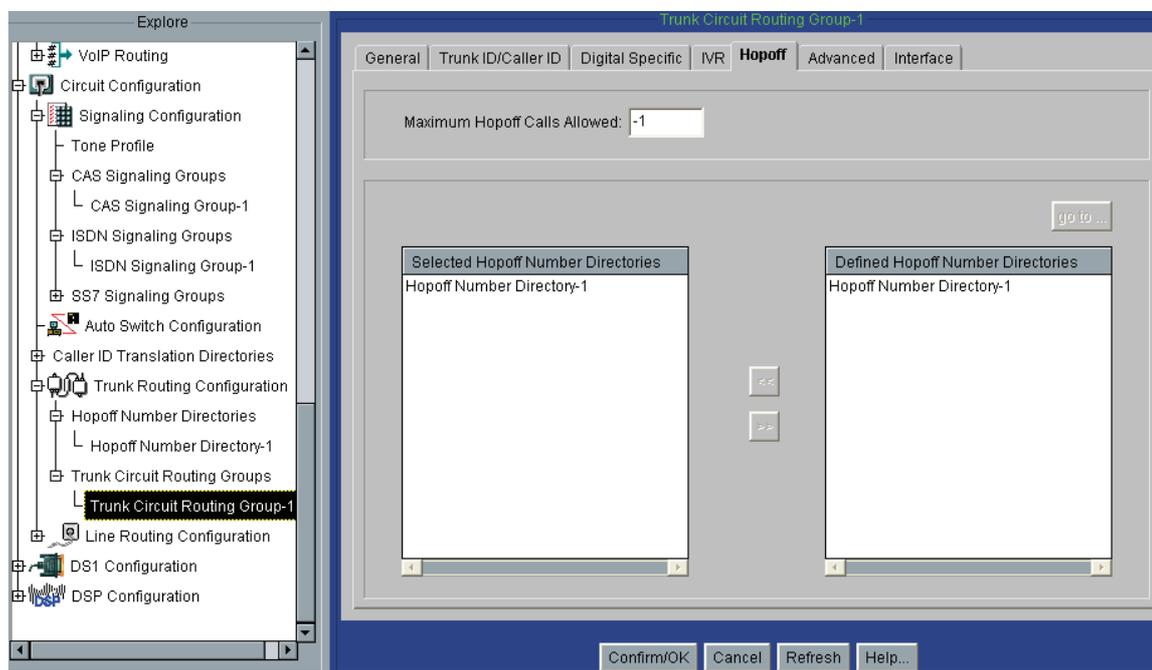


Figura 3.29 Elección del Plan de Marcación

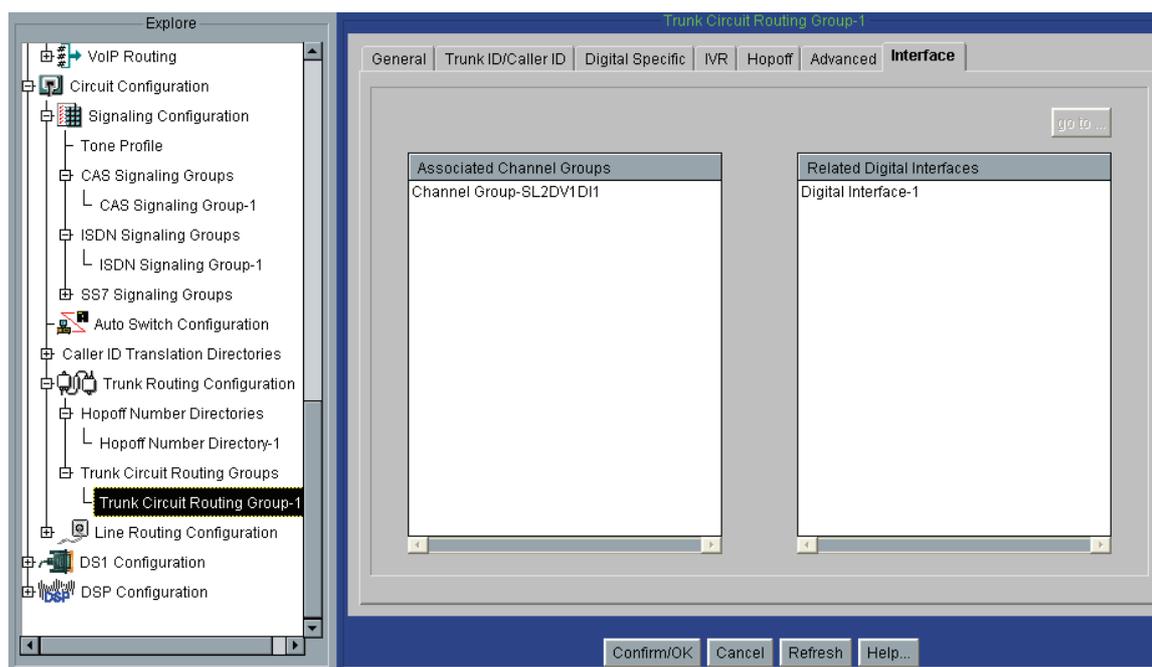


Figura 3.30 Elección de la interfaz digital asociada a la troncal

3.2.1.1.12. Configuración del CDR (*Call Detail Recording*)

Obtener un registro detallado de las llamadas es esencial en cualquier sistema de telefonía. El acceso a este registro debe ser instantáneo y confiable, que seguridad se limita el acceso a una sola dirección IP y a un puerto específico.

Cada equipo de VoIP tiene su propio formato de CDR, sin embargo cada uno de ellos comparten al menos cinco datos comunes, siendo éstos: la hora de inicio y fin de llamada, la duración, el número marcado y el usuario que realizó la llamada.

En la figura 3.31, en el directorio *CDR Server-1* se muestra la selección del formato de salida del CDR, la dirección IP que tendrá acceso (72.51.27.51), el puerto de salida (9003) y el *password* (pass) de acceso al CDR.

Para capturar los registros se utilizará el Hyperterminal, el cual se configura tal como se muestra en la figura 3.32.

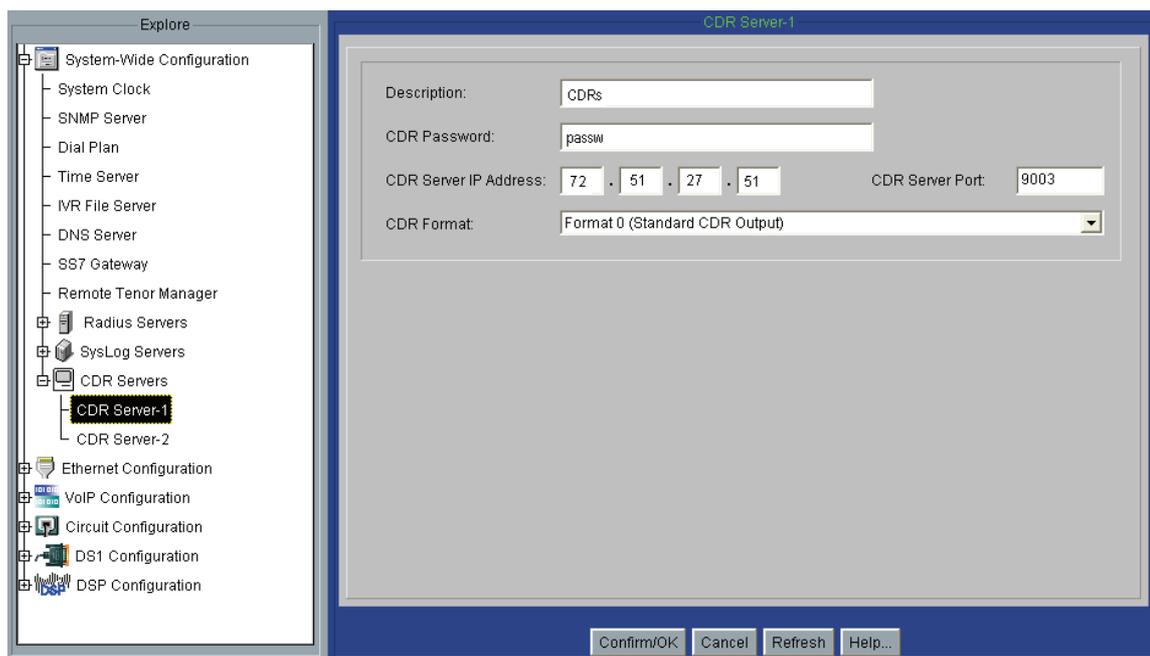


Figura 3.31 Parámetros de acceso al CDR



Figura 3.32 Parámetros de conexión con el hyperterminal

En la figura 3.33 se aprecia la salida del CDR. Cada llamada está representada en cada línea de información, la cual está dividida en campos separados por comas, siendo éstos:

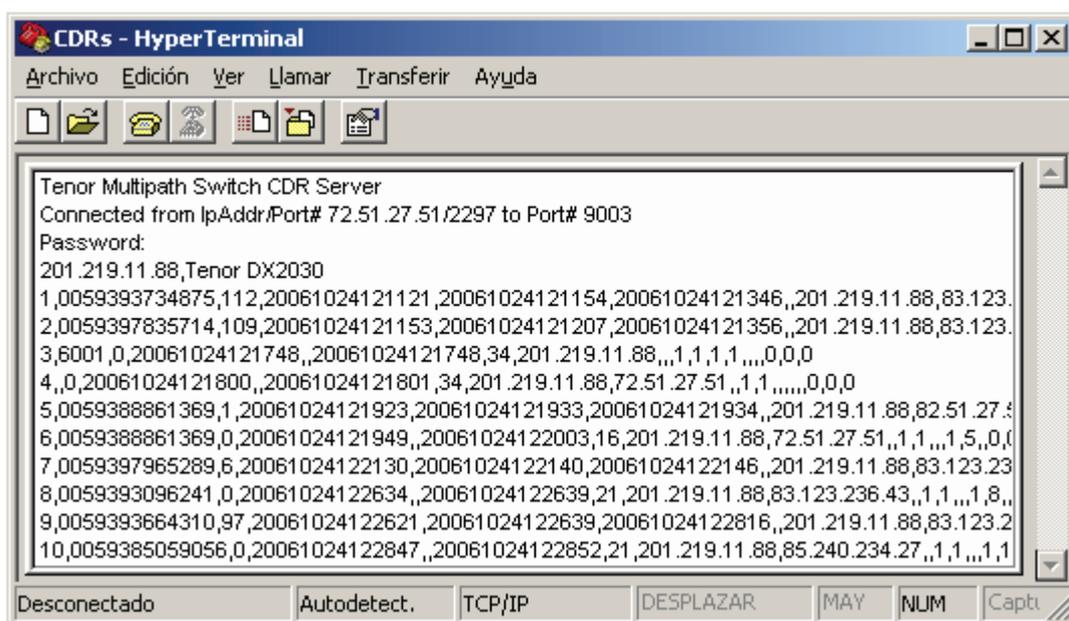


Figura 3.33 CDR a través del hyperterminal

- Secuencia de llamada
- Número marcado
- Duración de la llamada en segundos
- Fecha de inicio de la llamada
- Fecha de conexión de la llamada
- Fecha de finalización de la llamada
- Causa de cierre de la llamada (Protocolo Q.931)
- Dirección IP del H.323 local
- Dirección IP del H.323 remoto perteneciente al usuario VoIP
- Identificación de la troncal
- Tipo de canal, valor admitido: 1 (voz), 2 (fax), 3 (modem) y 4 (datos)
- Tipo de número marcado, valor admitido: 1 (red pública) y 9 (red privada)

-
- Tipo de llamada entrante, valor admitido: vacío (llamada desde la Internet), 1 (llamada desde con una PBX) y 2 (llamada directa desde la PSTN)
 - Canal VoIP usado por una llamada realizada desde la PSTN o a través de una PBX
 - Tipo de de llamada saliente, valor admitido: vacío (llamada desde una PBX), 1 (llamada desde la Internet) y 2 (llamada directa desde la PSTN)
 - Canal VoIP usado por una llamada realizada desde la Internet
 - Fecha de auto-conmutación de la llamada
 - Duración de la auto-conmutación de la llamada
 - Cantidad de eventos que degradan la calidad de la llamada
 - Bandera de auto-conmutación

3.2.1.2. Multi-Cell PRI Gateway Eurotech

Su software de administración permite configurarlo de acuerdo a nuestras necesidades. La aplicación “correrá” a través de la interfaz RS-232 de la PC al puerto RJ-45 del *gateway* GSM.

3.2.1.2.1. Configuración de Puertos

Una vez conectado se procede a configurar cada uno de los 32 puertos que posee el equipo. Se asignará un número mínimo de dígitos a marcar de 3 y un máximo de 9, así el usuario no podrá marcar números muy grandes o muy pequeños que provocan un error al ser enviado a la red GSM.

Se asignará un valor de pausa entre cada dígito de 20 unidades, cada unidad de este campo equivale a 50 milisegundos; así por ejemplo el valor de 20 equivale a 1000 milisegundos que es igual a 1 segundo. Este tiempo es el que el *gateway* GSM esperará para que el usuario marque el dígito y el siguiente. Si el tiempo es demasiado pequeño, el *gateway* GSM enviará el número incompleto a la red o si

es demasiado grande, el llamante esperará un tiempo mayor para que el equipo envíe el número del llamado a la red.

Sin embargo se puede reducir este valor debido a que el número enviado al *gateway* GSM proviene del *gateway* H.323 y no del usuario directamente.

En el campo *Send complete* se seleccionará el modo *OMIT* de esta manera el equipo no estará esperando el carácter numeral # como fin del número llamado como sucede en el modo *HASH*. Algunos equipos móviles requieren el envío del carácter numeral para marcar el inicio de llamada o el inicio de la tarificación, todo depende de los equipos del sistema a implementar.

En el campo *Intercall Timer* se escogerá el valor de 4, así se tendrá 4 segundos entre llamada y llamada.

También en esta ventana se puede aumentar o disminuir el volumen del audio en la comunicación, tanto del lado del transmisor como del receptor.

En la figura 3.34 se puede apreciar lo expuesto anteriormente.

3.2.1.2.2. Configuración del puerto de la SIM

El Multi-Cell PRI *Gateway* Eurotech tiene una capacidad de 128 SIMs distribuidos en 32 puertos, es decir 4 SIMs por puerto, y cada uno de ellos debe ser configurado según las necesidades del sistema.

Los *switches* de llamadas conmutan el tráfico hacia un canal de voz específico analizando el número marcado, especialmente su pre-dígito (*predial*). El *gateway* GSM recibirá el número celular completo y no se necesita enviar ningún dígito adicional a la red GSM porque la llamada será local, por lo tanto no se usará el campo *Predial*.

Como cualquier equipo móvil GSM, éste puede ser bloqueado por el código de acceso PIN de la SIM, por tal motivo se incluye el campo PIN en esta clase de equipos. (*Default* PIN Porta: 1111, *Default* PIN Movistar: 1234).

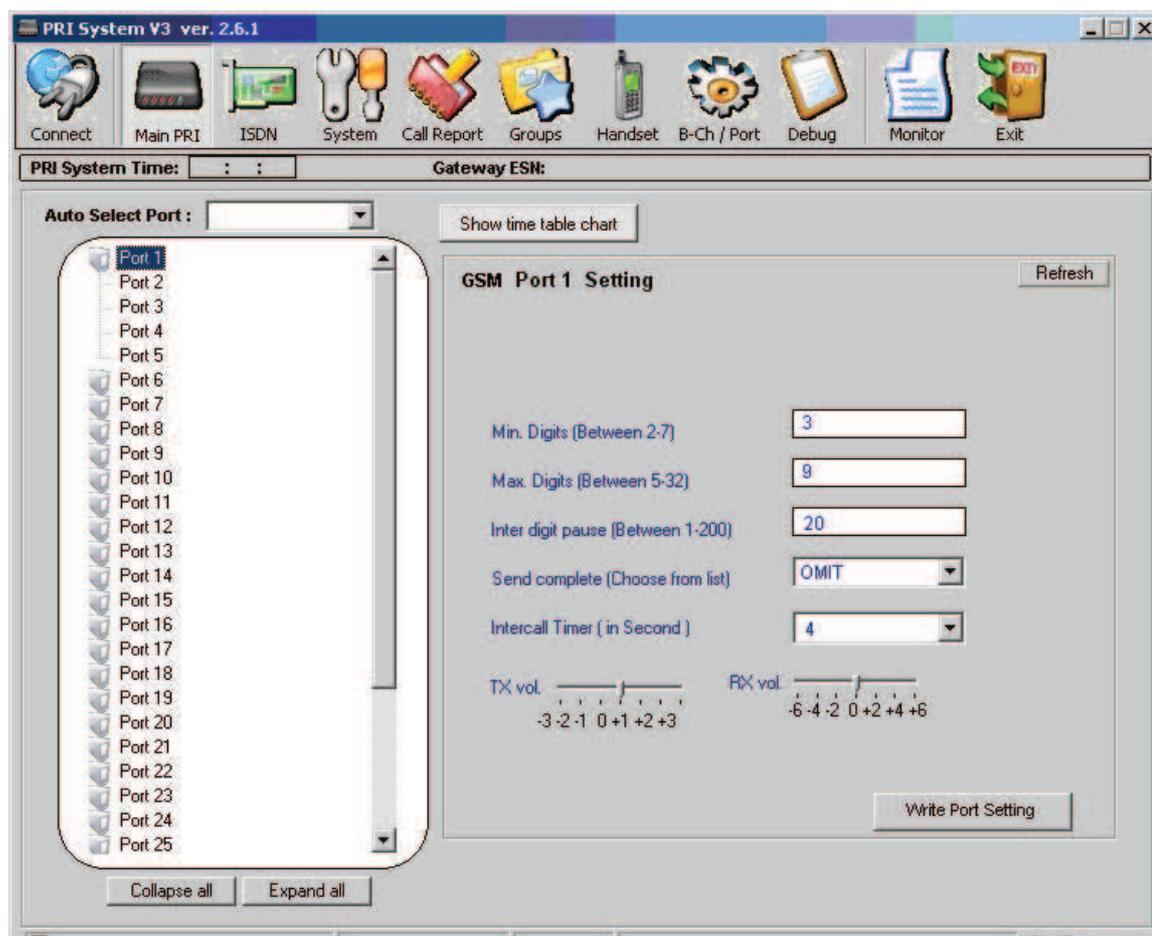


Figura 3.34 Configuración del puerto

Otra característica que ofrecen estos equipos es la posibilidad del ocultamiento o enmascaramiento del número del abonado, aunque esta opción depende de las políticas que maneje la Operadora Móvil Celular. En el campo *Caller ID* se selecciona *CLIR Show*, esta asignación hará que en el móvil celular del abonado muestre el número de la SIM que se utiliza para efectuar la llamada. Caso contrario se utilizará la opción *CLIR Hide*, la que ocultará el número de la SIM. También existe la opción *By Network*, en este caso la red GSM decidirá si se oculta o se muestra el número celular asignado al SIM.

Se asignará el valor de 196 al campo *Cost Limit*, para garantizar que el SIM trabaje 196 minutos de llamada en los horarios de trabajo establecidos. Después de los 196 minutos el SIM será bloqueado.

El factor QoS será controlado por los índices de calidad ACD (*Average Call Duration*) y ASR (*Answer Seizure Ratio*). Se asignan los valores de 3 al campo *Min ACD* y 51 al campo *Min ASR*, así SIMs con llamadas de duración igual o menor a 3 segundos se bloquearán al igual que las SIMs que presentan un ASR del 51%, estos valores son establecidos en el contrato de prestación de servicios con el usuario VoIP.

En la pestaña *Time Table* se muestra la tabla de configuración de los horarios de trabajo de cada SIM. Se disponen de cuatro intervalos tiempo que pueden ser usados cualquier día de la semana indistintamente. La figura 3.35 muestra el horario de trabajo de la SIM.

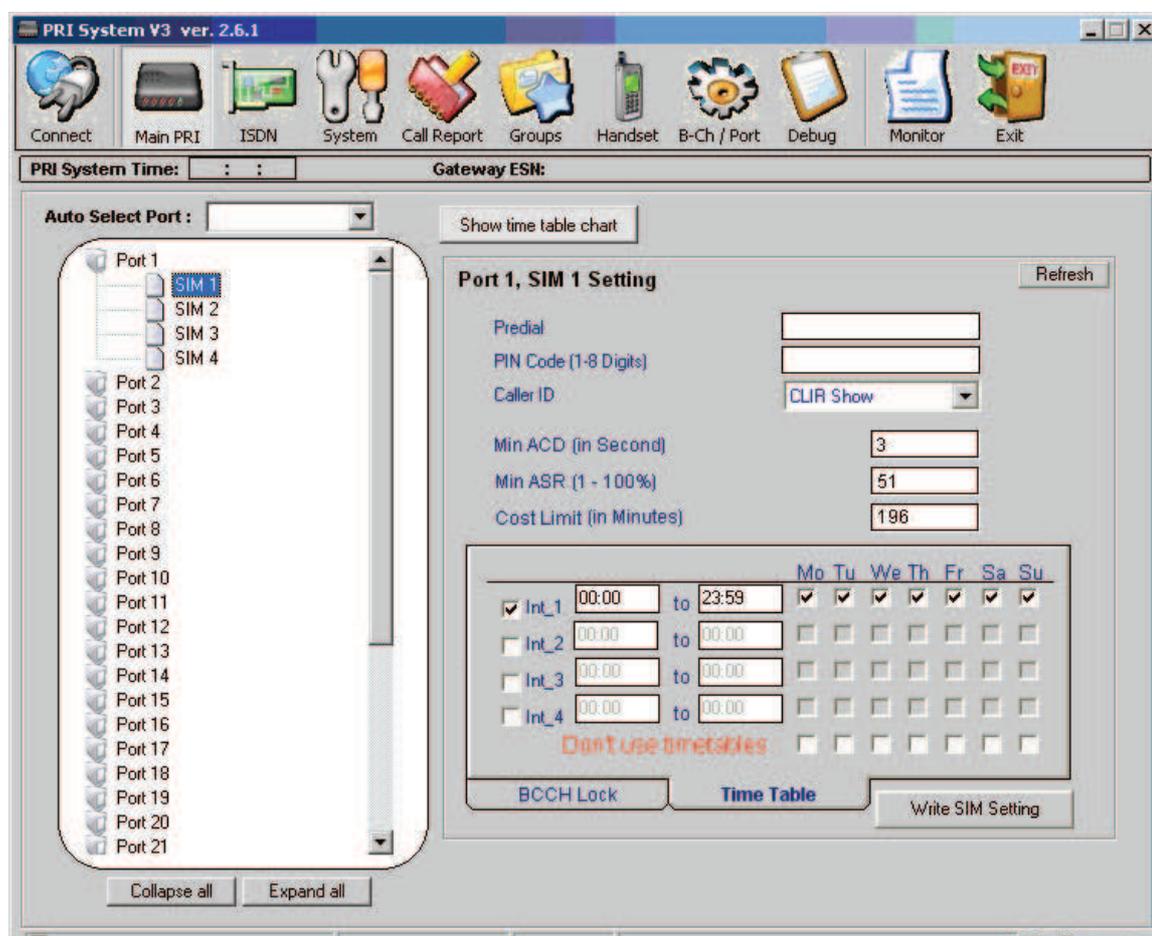


Figura 3.35 Configuración del puerto de la SIM

En la pestaña *BCCH Lock* se puede elegir el canal BCCH manual o automáticamente. Con la selección automática, *Auto BCCH Lock*, la SIM

seleccionará el canal BCCH de mejor calidad en cuanto a potencia y el Operador Móvil GSM al que pertenece la SIM. Con la opción *BCCH Random*, el sistema seleccionará un canal BCCH que cumpla con los siguientes datos a ingresar:

- Niveles de RSSI mínimo (Ejemplo: -93 dBm)
- El tiempo de rotación del BCCH (Ejemplo: 100 minutos)
- Código MCC (*Mobile Country Code*) y MNC (*Mobile Network Code*) que permiten identificar al Operador Móvil GSM (Movistar: 740-00, Porta: 740-01, Alegro: 740-02).

En la figura 3.36 se muestra la elección del canal BCCH en forma automática y en la figura 3.37 la forma manual.

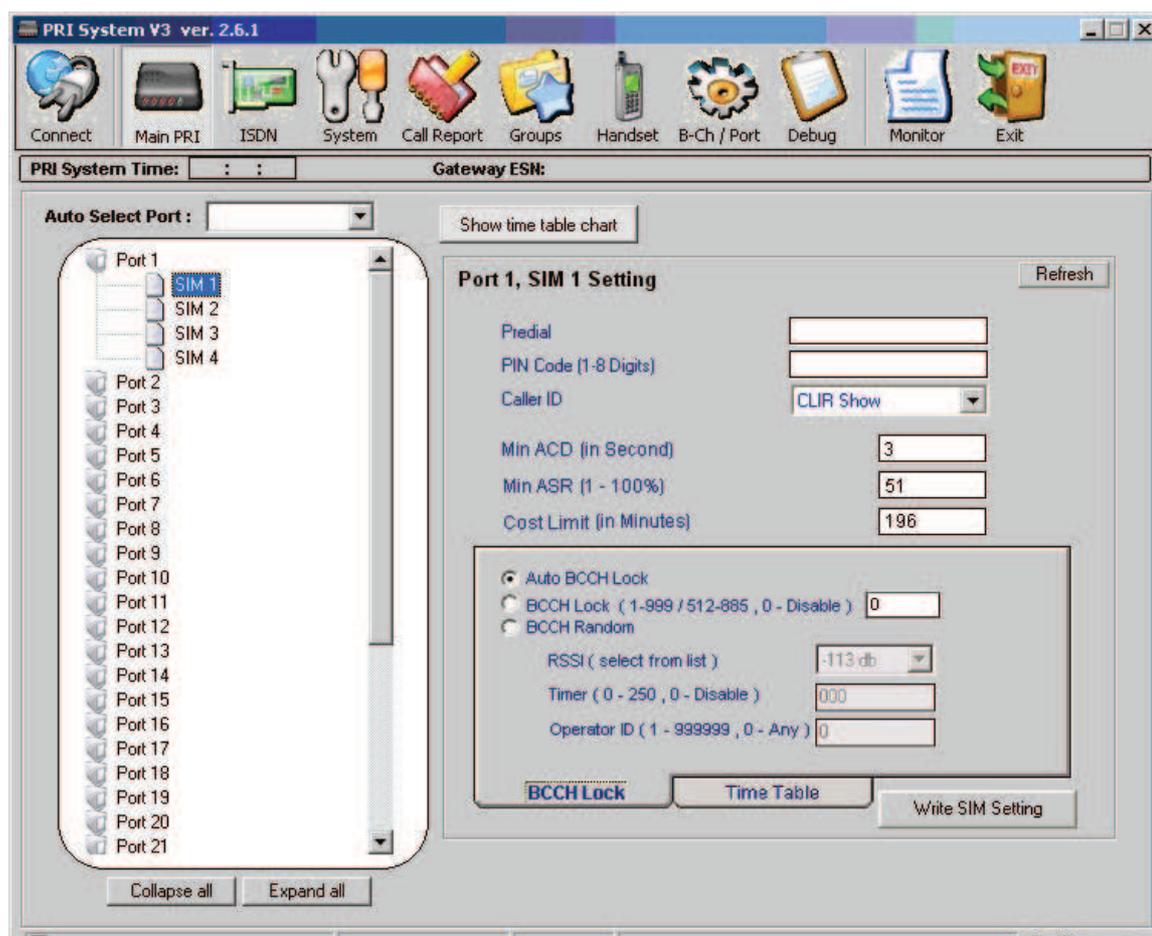


Figura 3.36 Selección del Auto BCCH

Auto BCCH Lock
 BCCH Lock (1-999 / 512-885 , 0 - Disable)
 BCCH Random
 RSSI (select from list)
 Timer (0 - 250 , 0 - Disable)
 Operator ID (1 - 999999 , 0 - Any)

Figura 3.37 Parámetros del BCCH

3.2.1.2.3. Configuración de los parámetros ISDN

En la ventana que se indica en la figura 3.38 se muestra la configuración de los parámetros del canal de comunicación entre la tarjeta ISDN del *gateway* GSM y la tarjeta E1 del *gateway* H.323.

PRI System V3 ver. 2.6.1

Connect Main PRI ISDN System Call Report Groups Handset B-Ch / Port Debug Monitor Exit

PRI System Time: : : Gateway ESN:

ISDN Setting

System version:
 ISM version: Type of Number:
 Network access: Number Plan Identification:
 Synchronization: Local number: (Max 9 digits)
 Incoming Calls: Local sub address: (Max 1 digits)
 Country Code: Incoming min. digits number (Between 0-16):
 ISDN Version: Outgoing max. digits number (Between 0-16):

Figura 3.38 Parámetros de la tarjeta ISDN

La fuente de sincronización estará a cargo del *Multi-Cell PRI Gateway Eurotech*, por lo tanto debe ser configurado como NT (*Network Termination*) y el *Multipath Switch Quintum* como TE (*Terminal Equipment*). Esta opción se encuentra en el campo *Network Access*.

El tipo de conmutación ISDN que se usará será *EuroISDN*, la cual también se encuentra seleccionada en el *Multipath Switch Quintum*.

En un canal ISDN los dígitos son transmitidos en pequeños fragmentos, similar a una marcación manual (modo *Overlap Dialing*) o en bloque donde los dígitos son enviados en el mensaje *SETUP* (modo *In Block*). Las opciones de *Overlap* (pulso) e *In block* (bloque) se encuentran en el campo *Incoming call*.

En el modo *Overlap* no es necesario setear los campos *Incoming min digits number* y *Outgoing max digits number* que se utilizan para determinar el inicio de la señal de *ring* después del ingreso de los dígitos provenientes del *gateway* H.323 a la tarjeta ISDN y viceversa.

Para la identificación del plan de marcación se utiliza el campo *Number Plan Identification* (NPI), parámetro definido también en el *Multipath Switch Quintum*. Mientras que para la identificación del tipo del número entrante, digitado a través de la tarjeta E1, se utiliza el campo TON (*Type Of Number*).

En el campo TON se seleccionará *Subscriber Number* y en el NPI *ISDN/telephony numbering*.

El *Multi-Cell PRI Gateway Eurotech* fue desarrollado como un sistema escalable, por lo tanto varios de ellos pueden pertenecer a un mismo sistema, para ello se utilizará una identificación para cada uno. Este dato corresponde al campo *Local Sub Address*, para el sistema de comunicaciones planteado el valor será 1.

El valor 123456789 correspondiente al campo *Local number* pertenece al número de parte del *Multi-Cell PRI Gateway Eurotech*, valor dado por el fabricante.

3.2.1.2.4. Configuración del tiempo del *Multi-Cell PRI Gateway Eurotech*

La definición correcta del día, fecha, hora y el formato que utilizará el equipo es muy importante especialmente para la realización de los registro de llamada, esta configuración se lo realiza en la pestaña *System*, tal como lo muestra la figura 3.39.

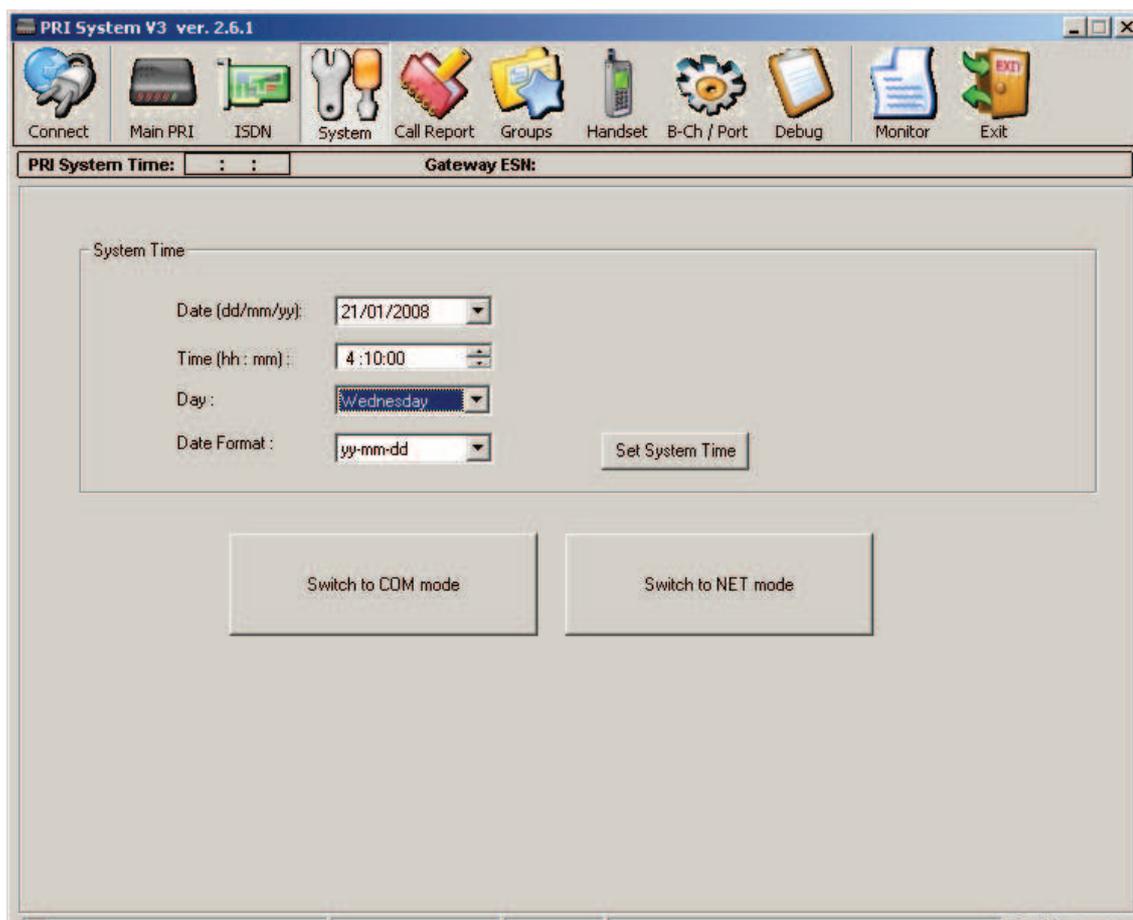


Figura 3.39 Configuración de la fecha del sistema

3.2.1.2.5. Configuración de los *B-Channel*

Los *B-Channel* son usados para el transporte de información (voz o datos) a 64 Kbps. Cada *B-Channel* está asociado a un canal de voz utilizado para realizar la terminación de llamadas sobre la red GSM.

Para llamadas que provienen de la red GSM se asignarán a los canales B extensiones de salida; estas llamadas las recibirá el *gateway* H.323, el cual

decidirá cómo serán tratadas. Para ello se seleccionará con un visto el canal y en el campo *Outgoing number* se asignará la extensión que tendrá el canal marcado. Así por ejemplo cuando una llamada entre por el puerto 1 del *gateway* GSM, ésta será llevada al *gateway* H.323 con el número 6001.

La configuración de los canales B se muestra en la figura 3.40.

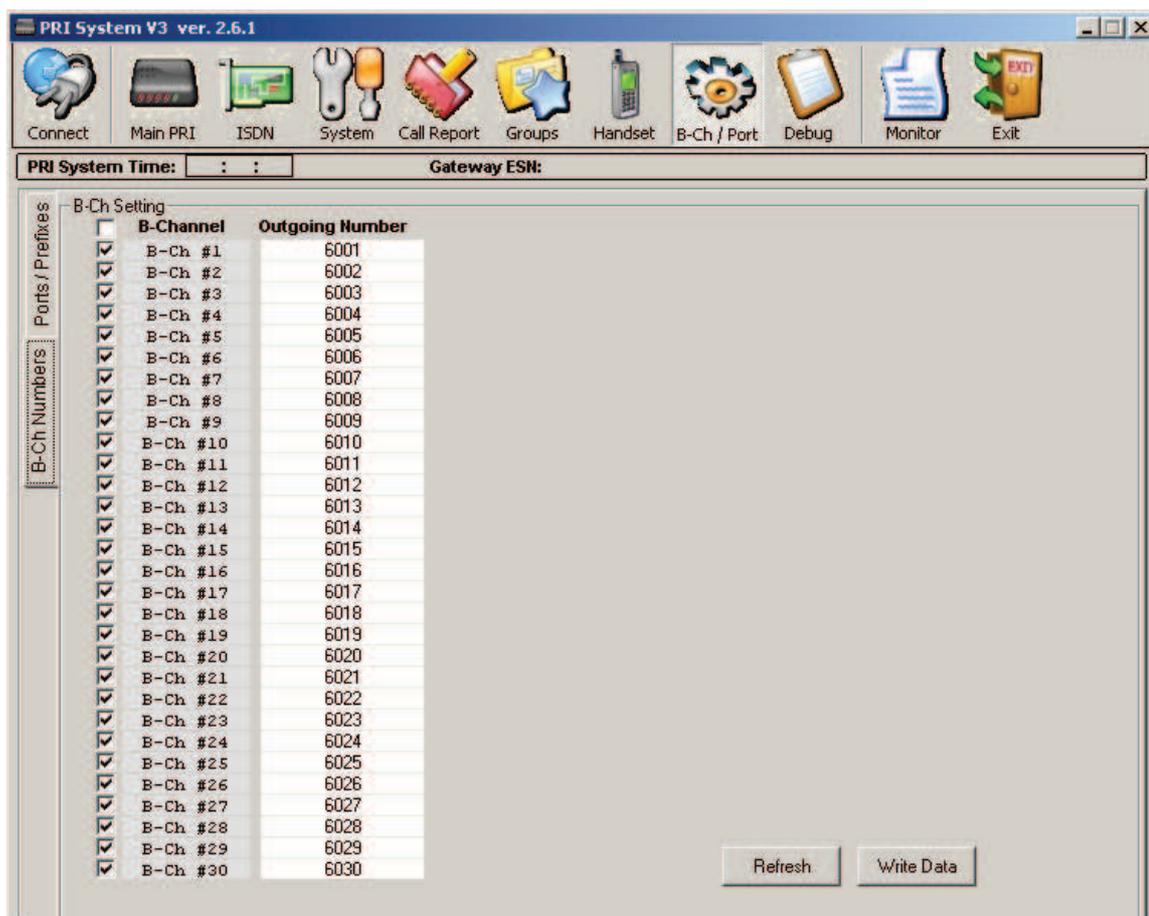


Figura 3.40 Configuración de los *B-Channel*

3.2.1.2.6. Configuración del CDR (*Call Detail Recording*)

La pestaña *Call Report* corresponde al CDR que emite el *gateway* GSM; en esta pestaña se puede elegir el tamaño y el formato de salida del registro.

En el campo *Path* se enruta el directorio en donde se almacenarán los CDRs, los cuales presentan tres formatos de salida (*Access*, *CVS* y *XML*) en el campo *Format*.

En el campo *Check every* se indica cada cuántos registros se exportan al archivo CDR localizado en un computador de monitoreo. Mientras que en el campo *Export every* se indica la cantidad de registros de llamada que tiene cada archivo CDR. Así por ejemplo en la figura 3.41 se observa que se transmiten 5 registros hasta un total de 1000, con un tamaño de 580 KBytes por archivo CDR.

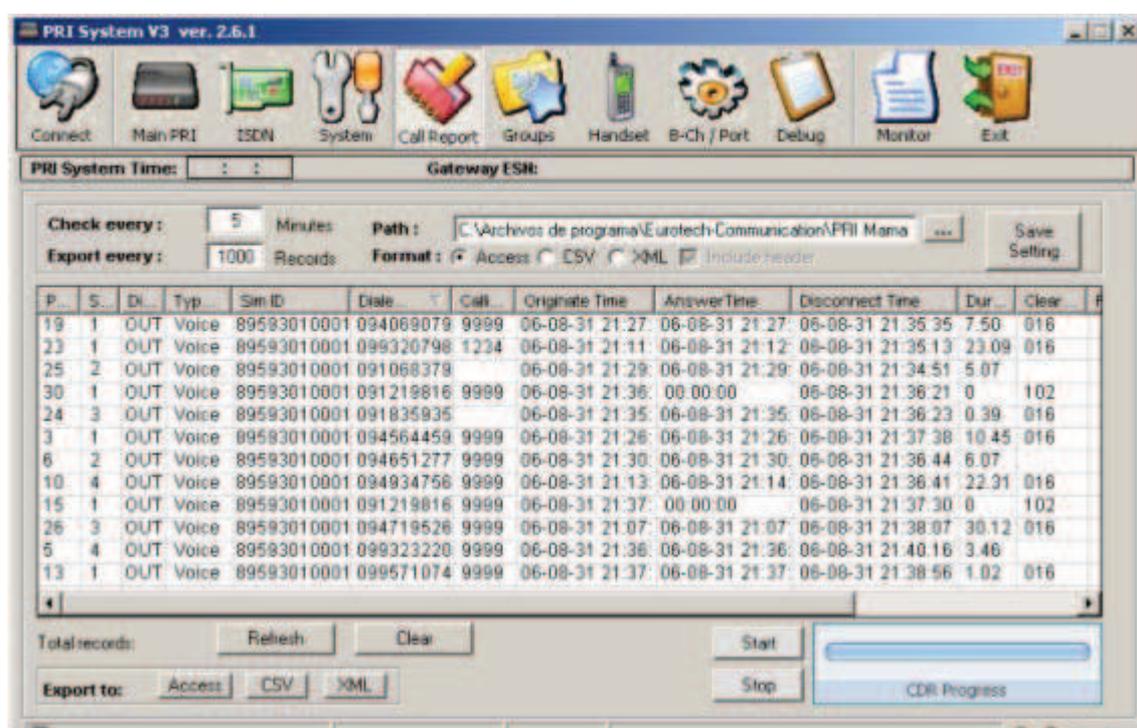


Figura 3.41 Configuración del CDR

Cada llamada está representada en cada línea de información, la cual está dividida en los siguientes campos:

- Secuencia de llamada
- Puerto usado (1,2,...,32)
- SIM usado (1,2,3,4)
- Tipo de llamada (entrada o salida)
- Tipo de canal (voz)
- Identificación del SIM

-
- Número marcado
 - Redireccionamiento de la llamada
 - Fecha de inicio de la llamada
 - Fecha de conexión de la llamada
 - Fecha de finalización de la llamada
 - Duración de la llamada en segundos
 - Causa de cierre de la llamada (Protocolo Q.931)
 - Causa de liberación de la llamada
 - Nivel de RSSI en dBm
 - Canal BCCH usado
 - Identificación del Operador Móvil

3.2.1.2.7. Monitoreo de llamadas

En la pestaña *Monitor* se tiene la pantalla de monitoreo y presenta el estado de las llamadas en cada puerto, así lo muestra la figura 3.42.

Inicialmente si no existe SIM en el puerto o está fuera de horario de trabajo, su gráfica será como se muestra en la figura 3.43.

Una vez conectado el SIM en la red, el canal de voz muestra el estado de *SIM ready* con un determinado nivel de RSSI, el canal BCCH asignado por la red, el número de puerto, la Identificación del Operador Móvil, el canal B en uso y la SIM que trabaja en el puerto según el horario asignado, tal como se indica en la figura 3.44.

Cuando existe una llamada, la gráfica del puerto correspondiente toma el color amarillo y adicionalmente se muestra el número del usuario llamado y la duración de la misma como se muestra en la figura 3.45.

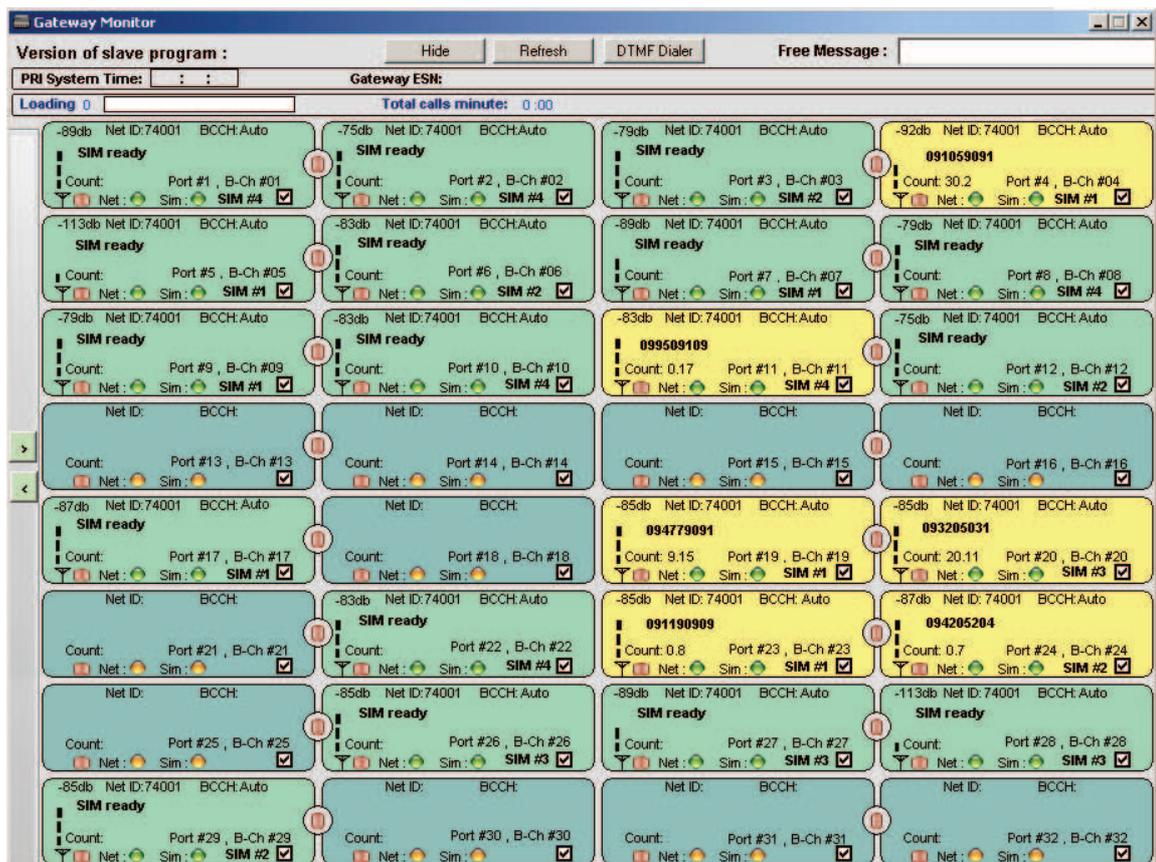


Figura 3.42 Monitor de puertos

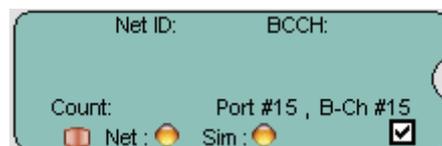


Figura 3.43 Puerto sin uso

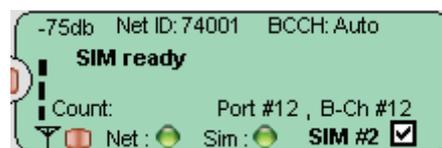


Figura 3.44 Puerto listo para su uso

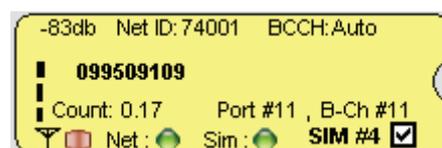


Figura 3.45 Puerto en uso

La figura 3.42 muestra la existencia de 22 canales activos de los cuales 6 están con llamadas en progreso. Los 10 canales sin actividad se encuentran en este estado por las siguientes razones:

- Por estar fuera de horario de trabajo
- No existe una SIM en su puerto
- Canal bloqueado por bajo ASR
- Canal bloqueado por bajo ACD
- Canal bloqueado por límite de costo

Esta información se la puede apreciar en las estadísticas que arroja el equipo tal como lo muestra el Anexo D.1.

3.3 CDR (*Call Detail Recording*)

Es una base de datos que detalla las características de cada llamada. Dependiendo del equipo, esta base de datos puede ser administrada vía Web o procesada a partir de un archivo plano. Esto depende básicamente del software de administración que posea cada equipo, el mismo que posibilitará la exportación de estos archivos a distintos formatos.

Los CDRs son usados para el monitoreo de llamadas, y pueden ser empleados para Sistemas de tarificación (*Billing*) y así controlar los minutos consumidos y asignados a un determinado cliente VoIP.

Dependiendo del CDR, éste contiene información que incluyen los siguientes campos:

- Número de llamada.
 - Número marcado o digitado.
-

-
- Duración de la llamada en minutos y segundos o solo segundos.
 - Fecha y hora de inicio de marcación del número del suscriptor en la red celular.
 - Fecha y hora de conexión de llamada.
 - Fecha y hora de fin de llamada.
 - Razón de cierre de la llamada, en base de los códigos en decimal o hexadecimal descritos en el protocolo Q.931.
 - Tipo de llamada, entrante o saliente al equipo de comunicaciones H.323 o GSM.
 - Canal VoIP o Puerto utilizado para establecer la comunicación.

Si se utilizan *gateways* H.323 se pueden tener los siguientes campos adicionales:

- Dirección IP del *gateway* H.323 remoto, el cual inicia la comunicación
- Sentido del cierre de la llamada
- Número de paquetes transmitidos
- Número de paquetes recibidos
- Número de paquetes perdidos
- Otros

Si se está operando con *gateways* GSM, se pueden tener los siguientes campos adicionales:

- Nivel de RSSI (*Received Signal Strength Indicator*)
 - Canal BCCH usado en la comunicación
 - Identificación del Operador celular (Movistar: 740-00, Porta: 740-01, Alegro 740-02)
-

-
- Identificación de la SIM
 - Otros

En los Anexos D.2, D.3 y D.4 se tienen ejemplos de CDRs provenientes de los equipos HG4000, Multi-Cell PRI *Gateway*, y *Quintum VoIP Multipath Switch*. En sus CDRs se encuentran información detallada de cada llamada hacia y desde cada equipo.

Para mantener la calidad se debe calcular el ASR y el ALOC diario, semanal, mensual y anual; para ello hay que tener en cuenta la cantidad de llamadas recibidas y la cantidad de llamadas completadas para calcular el ASR, así como también la duración promedio de todas ellas para obtener el ALOC

También se debe analizar la causa de cierre de la llamada para determinar que la comunicación terminó correctamente y no por diferentes circunstancias que degradan la calidad de servicio como lo son:

- Por falta de canales VoIP.
 - Por saturación de canales de la red celular.
 - Por congestiónamiento del equipo GSM.
 - Por el rechazo de las llamadas provenientes de proveedores o usuarios VoIP no autorizados en los equipos terminales.
 - Por el rechazo de las llamadas provenientes de proveedores o usuarios VoIP por no cumplir con el prefijo o el plan de numeración (*Dial Plan*) acordado entre ellos y el proveedor del servicio de terminación celular.
 - Por el envío de llamadas con destinatarios equivocados por la errada traslación de la llamada entrante VoIP y la llamada saliente a la red celular en los equipo de terminación.
 - Por eco en el lado del llamante o del llamado.
-

-
- Por tener una comunicación entrecortada o robotizada.
 - Por tener una comunicación en la que no existe audio en el lado del llamante o del llamado.
 - Por el ingreso del IMEI de los módems GSM a la Lista Negra de los Operadores de Telefonía Celular GSM.
 - Por la cancelación del registro de la SIM inhabilitándola en la red celular GSM.
 - Por falta de saldos en las SIM.

Así como también se debe tener en cuenta problemas como:

- El corte del servicio por parte de la Operadora de Telefonía Celular
- Corte del servicio de Internet.
- Mala calidad de las celdas GSM
- Mala Calidad del servicio de Internet
- Falta de cobertura del sistema GSM

Las posibles soluciones a estos inconvenientes son:

- Tener un convenio con la Operadora de Telefonía Celular, así se evitan problemas técnico-administrativos como la cancelación del registro de la SIM *Card* o el ingreso a la Lista Negra el IMEI utilizado, evitando al mismo tiempo problemas legales.
 - Si el IMEI ha ingresado a la Lista Negra, éste puede ser cambiado por software si el equipo móvil lo permite. Si el IMEI es eliminado, el SIM *Card* tratará de acceder a la red GSM y ésta enviará un mensaje de SIM sin registro (SIM *Unregister*) inhabilitando el canal. Esto apaga la señal lumínica de los leds asociados al puerto en el *gateway* GSM.
-

El ingreso del IMEI a la Lista Negra y la negación del registro de la SIM en la red celular, producen similares efectos en los equipos móviles, como por ejemplo el rechazo de las llamadas entrantes (Causa de Desconexión: 31, Protocolo Q.931), inconvenientes que carecen de solución alguna a corto plazo.

- Si no existe audio en la comunicación en el lado del emisor o del receptor, básicamente es cuestión de codecs, estos deben de ser los mismos en ambos lados de la comunicación VoIP
- En caso de existir eco se podría disminuir la ganancia de transmisión o recepción en el equipo de terminación.
- La voz robotizada o entrecortada básicamente depende del ancho de banda, éste debe ser lo suficiente para atender a todos los canales de voz.
- Las llamadas rechazadas con causa de desconexión 34 (Protocolo Q.931) generalmente son por tres motivos: prefijo o plan de marcación errado, canal inhabilitado y por el uso del sistema de comunicaciones por parte de equipos no autorizados.
- Falta de canales VoIP también ocasionan el rechazo de las llamadas VoIP con causa de desconexión 34 (Protocolo Q.931) dando como resultado la congestión del equipo. Debe tenerse en cuenta que un *Carrier* de VoIP destina cientos de llamadas en el día a un *gateway* E1.

Pero si la causa de desconexión 34 aparece en el monitoreo del *gateway* GSM, se debe tener en cuenta que existe la posibilidad de saturación de los canales de la celda celular.

3.4 OTRAS APLICACIONES

Los *gateways* H.323 y GSM son equipos que sirven de interfaces entre las redes IP y celular, dichos equipos pueden ser utilizados en una variedad de aplicaciones para ofrecer diferentes servicios a través de estas redes.

3.4.1 SISTEMA DE VOTACIÓN

El sistema permite realizar el proceso de votación desde un teléfono celular; para ello el usuario debe llamar a un número de móvil destinado para este fin, luego el IVR (*Interactive Voice Response*) del sistema permite su autenticación (mediante una clave única), la elección del candidato preferido por el usuario y su registro en una base de datos.

Los elementos que conforman el sistema de votación descrito lo muestra la figura 3.46 y son: un procesador de llamadas IP, un *switch* de llamadas (*gateway* H.323) y un *gateway* GSM.

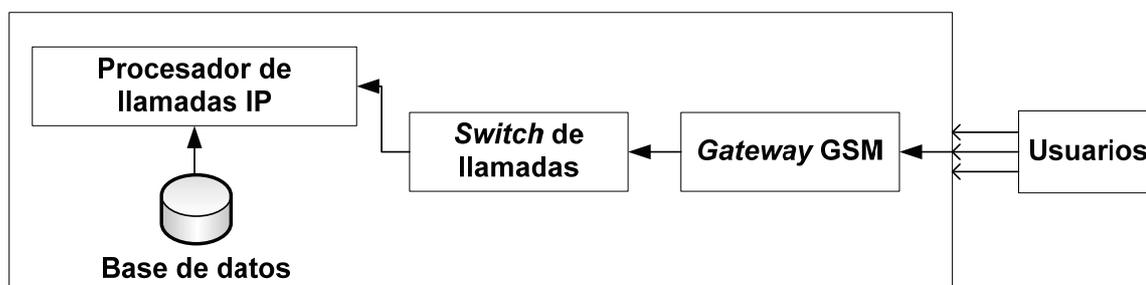


Figura 3.46 Elementos de un sistema de votación a distancia

Un procesador de llamadas puede ser construido en base al *software* Asterisk instalado sobre el sistema Operativo Linux en un computador de características estándar. El procesador debe tener acceso a una base de datos (Mysql) en la cual consten los datos personales de los votantes y su clave para autenticar y registrar el voto.

El *software* Asterisk permite el uso de archivos escritos en lenguaje Perl (*Practical Extraction and Report Language*) los cuales permiten la interacción entre los datos enviados a través de la llamada y la base de datos. El *script* extensions.conf será el encargado de procesar la llamada a través del interfaz AGI (*Asterisk Gateway Interface*).

3.4.2 SISTEMA DE CONSULTA

El sistema permite realizar procesos de consulta usando la red celular; para ello el sistema utiliza un generador automático de llamadas IP, el cual mediante un IVR permite el ingreso de las preferencias del usuario a una base de datos.

Los elementos que conforman el sistema de consulta descrito lo muestra la figura 3.47 y son: un generador automático de llamadas IP, un *switch* de llamadas (*gateway* H.323) y un *gateway* GSM.

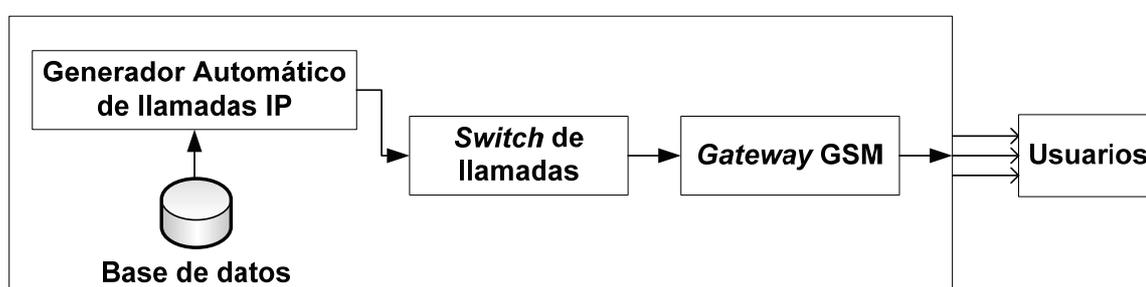


Figura 3.47 Elementos de un sistema de consulta

Un generador de llamadas puede ser construido en base al *software* Asterisk a través de los archivos ".call". El uso de archivos escritos en Perl permitirá almacenar la información transmitida a una base de datos.

A diferencia de la aplicación anterior, el sistema es quien inicia la llamada y no el usuario.

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTOS DE LA RED

4.1. ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS EQUIPOS, ACCESORIOS Y ALQUILER DE SERVICIOS DE INTERNET A UTILIZAR EN TODO EL SISTEMA

4.1.1. COSTO DE MINUTOS

Un *gateway* E1, estadísticamente tiene una capacidad de 30000 minutos por día de tráfico desde un proveedor de VoIP ^[84]. La tabla 4.1 muestra diferentes cantidades de minutos de tráfico y el tiempo de trabajo de un canal en un E1.

Tráfico de voz [Minutos/día]	Canales	Tiempo de trabajo [Minutos/día/canal]	Tiempo de trabajo [Horas/día/canal]
5000	30	166,67	2,78
10000	30	333,33	5,56
15000	30	500,00	8,33
20000	30	666,67	11,11
25000	30	833,33	13,89
30000	30	1000,00	16,67

Tabla 4.1 Tiempo de trabajo de un E1 según el Tráfico de voz

Un proveedor de VoIP vende minutos con terminación en las redes de telefonía fija y móvil de diferentes países, su costo depende del país en que se terminará la llamada. La tabla 4.2 muestra diferentes proveedores con el costo de un minuto con destino Ecuador, los precios están actualizados hasta septiembre de 2009 e incluyen impuestos según la información disponible en su página Web.

En el Ecuador el costo del minuto para tráfico internacional en la Operadora de Telefonía Móvil Movistar es de 0,17 dólares (tarifa para rutas blancas¹¹). Esta tarifa rige entre la operadora móvil y los terminadores de llamadas nacionales. De esta forma se puede enviar tráfico IP desde un *softswitch* (USA) a la red de telefonía celular Movistar en Ecuador sin ninguna restricción técnico legal. ^[85]

¹¹ **Ruta blanca:** Sistema de llamadas en la que no existen *gateways* de por medio para llegar al usuario final, por lo tanto las llamadas son enviadas desde el *softswitch* a la Plataforma de Interconexión de la operadora móvil local.

Empresa	Destino	
	PSTN [Dólares/minuto]	Celular [Dólares/minuto]
WorldxChange Communications ^[86]	0,4500	0,5900
GuateLINE (Empresarial) ^[87]	0,2300	0,2700
GuateLINE (Residencial) ^[88]	0,2800	0,3100
Ipsofactum LTDA ^[89]	0,1699	0,2499
Adiptel ^[90]	0,2256	0,4447
Gizmo5 ^[91]	0,1540	0,2810
Grupo Capcom ^[92]	0,2146	0,2902

Tabla 4.2 Tarifas del minuto de telefonía con terminación en Ecuador

También se podría terminar tráfico en la red de telefonía mencionada al costo de la tarifa local de 0,0896 dólares el minuto (0,08 + 0,0096 dólares de IVA), sin embargo este tipo de tráfico es considerado ilegal por utilizar la tarifa local para cursar tráfico internacional.

Para el presente Proyecto de Titulación se analizarán económicamente ambas situaciones y se utilizará el valor de 0,17 y 0,0896 dólares por minuto de llamada respectivamente. Las tablas 4.3 y 4.4 muestran diferentes valores de tráfico celular y su respectivo costo diario, semanal y mensual según las tarifas mencionadas.

Tráfico celular [Minutos/día]	Costo		
	Día [Dólares]	Semana [Dólares]	Mes [Dólares]
5000	850	5950	25500
10000	1700	11900	51000
15000	2550	17850	76500
20000	3400	23800	102000
25000	4250	29750	127500
30000	5100	35700	153000

Tabla 4.3 Costo diario, semanal y mensual de minutos celular según el tráfico a la tarifa de 0,17 dólares el minuto

Tráfico celular [Minutos/día]	Costo		
	Día [Dólares]	Semana [Dólares]	Mes [Dólares]
5000	448	3136	13440
10000	896	6272	26880
15000	1344	9408	40320
20000	1792	12544	53760
25000	2240	15680	67200
30000	2688	18816	80640

Tabla 4.4 Costo diario, semanal y mensual de minutos celular según el tráfico a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto

Dependiendo del acuerdo con el proveedor de VoIP, se revenden los minutos de telefonía local celular obteniendo un margen de utilidad. El minuto local de 0,17 USD se lo puede revender hasta en 0,175 USD, y el minuto de 0,0896 USD se lo puede ofrecer a 0,135 USD. ^[93]

Las tablas 4.5 y 4.6 muestran la proyección de la venta diaria, semanal y mensual de minutos celular para diferentes valores de tráfico según la tarifa.

Tráfico de voz [Minutos/día]	Venta		
	Día [Dólares]	Semana [Dólares]	Mes [Dólares]
5000	875	6125	26250
10000	1750	12250	52500
15000	2625	18375	78750
20000	3500	24500	105000
25000	4375	30625	131250
30000	5250	36750	157500

Tabla 4.5 Proyección diaria, semanal y mensual según de tráfico de voz a la tarifa de 0,175 dólares el minuto

La ganancia es directamente proporcional a la cantidad de minutos cursados, por lo tanto se debe cursar la mayor cantidad de tráfico de voz.

Tráfico de voz [Minutos/día]	Venta		
	Día [Dólares]	Semana [Dólares]	Mes [Dólares]
5000	675	4725	20250
10000	1350	9450	40500
15000	2025	14175	60750
20000	2700	18900	81000
25000	3375	23625	101250
30000	4050	28350	121500

Tabla 4.6 Proyección diaria, semanal y mensual según de tráfico de voz a la tarifa de 0,135 dólares el minuto

4.1.2. EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL SERVICIO

Las tablas 4.7, 4.8 y 4.9 muestran los costos de los equipos para el desarrollo del servicio en los diferentes sistemas VoIP-GSM; cada uno de ellos tiene un número de canales igual a un E1, de esta forma se podrá comparar económicamente cada sistema.

Nótese que se puede sustituir un *gateway* H.323 comercial por un computador de características estándar con un software IP/PBX para que realice la conmutación de llamadas. También se puede armar un *gateway* GSM básico a base de tarjetas GSM-PCI a fin de abaratar costos.

Sistema Analógico FXO			
Ítem	Cantidad	Costo unitario [Dólares]	Costo total [Dólares]
Base Celular TECOM ^[94]	30	100	3000
<i>Breakout Patch Panel</i> RJ11 ^[95]	1	100	100
Cable RJ21 TDM2400P Series ^[96]	1	40	40
Computador <i>Gateway</i> H.323 Asterisk ^[97]	1	900	900
Tarjeta PCI - FXO TDM2406E (24 puertos) ^[98]	1	1100	1100
Tarjeta PCI - FXO TDM808E (8 puertos) ^[99]	1	1000	1000
Teléfono H.323 AT-320EE ^[100]	1	120	120
Total			6260

Tabla 4.7 Costos de equipos en el Sistema Analógico FXO

Sistema Digital en base a dos gateways			
Ítem	Cantidad	Costo unitario [Dólares]	Costo total [Dólares]
Quintum DX2030/DX2060 VoIP Multipath Switch ^[101]	1	4900	4900
Multi-Cell PRI Gateway Eurotech/E1-PRI GSM-90 ORIÓN ^[102]	1	17000	17000
Teléfono H.323 AT-320EE ^[103]	1	120	120
Total			22020

Tabla 4.8 Costos de equipos en el Sistema Digital en base a dos gateways

Sistema Digital en base a un gateway			
Ítem	Cantidad	Costo unitario [Dólares]	Costo total [Dólares]
HG-4000 Hypermedia ^[104]	1	22000	22000
Teléfono H.323 AT-320EE ^[105]	1	120	120
Total			22120

Tabla 4.9 Costos de equipos en el Sistema Digital en base a un gateway

La tabla 4.10 muestra los costos de los equipos para apoyo administrativo para los diferentes sistemas VoIP-GSM.

Equipos de apoyo			
Ítem	Cantidad	Costo unitario [Dólares]	Costo total [Dólares]
Computador personal (Gerencia, Secretaría, Monitoreo) ^[106]	3	1200	3600
Total			3600

Tabla 4.10 Costo de equipos de apoyo administrativo

4.1.3. INVERSIÓN

Las tablas 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14 muestran la Inversión en Bienes de Capital de cada sistema VoIP-GSM. Cada tabla está construida en base a la información presentada en las tablas 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10.

Ítem	Costo [Dólares]
Equipos para el desarrollo del servicio en el Sistema Analógico FXO	6260
Equipos de apoyo	3600
Total	9860

Tabla 4.11 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Analógico FXO

Ítem	Costo [Dólares]
Equipos para el desarrollo del servicio en el Sistema Digital en base a dos <i>gateways</i>	22020
Equipos de apoyo	3600
Total	25620

Tabla 4.12 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Digital en base a dos *Gateways*

Ítem	Costo [Dólares]
Equipos para el desarrollo del servicio en el Sistema Digital en base a un <i>gateway</i>	22120
Equipos de apoyo	3600
Total	25720

Tabla 4.13 Inversión en Bienes de Capital del Sistema Digital en base a un *gateway*

Para un sistema de llamadas de conexión directa (ruta blanca) no es necesario el uso de algún tipo de *gateway* para llegar a la red celular, por lo tanto solo se requieren equipos de apoyo.

Ítem	Costo [Dólares]
Equipos de apoyo	3600
Total	3600

Tabla 4.14 Inversión en Bienes de Capital del Sistema de conexión directa

Las tablas 4.15 y 4.16 muestran la Inversión en Capital de trabajo para los sistemas de conexión de acuerdo a la tarifa. Para el cálculo se tomará en cuenta el tráfico de 30000 minutos por día y su costo establecido en las tablas 4.3 y 4.4. Para el sistema de conexión directa se toma en cuenta el alquiler de 30 canales de voz en un *softswitch* en los Estados Unidos.

Ítem	Costo mensual [USD]
Desarrollo del servicio	
Costos de Minutos Celular Local Movistar	80640
Internet 1024/1024 Kbps Dedicado 1a1 ^[107]	728
Soporte Técnico	550
Técnico superior	400
Administración	
Gerente	600
Secretaria	300
Servicios de un contador	150
Insumos de oficina	20
Servicios generales (Agua, luz, teléfono, arriendo)	600
Total	83988

Tabla 4.15 Inversión en Capital de trabajo a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto

Ítem	Costo mensual [USD]
Desarrollo del servicio	
Costos de Minutos Celular Local Movistar	153000
Softswitch Nextone (alquiler de 30 canales) ^[108]	1750
Internet ADSL 256/128 Kbps ^[109]	94
Soporte Técnico	550
Administración	
Gerente	600
Secretaria	300
Servicios de un contador	150
Insumos de oficina	20
Servicios generales (Agua, luz, teléfono, arriendo)	600
Total	157064

Tabla 4.16 Inversión en Capital de trabajo a la tarifa de 0,17 dólares el minuto

4.1.4. FLUJO DE CAJA

Las tablas 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20 muestran el Flujo de caja de cada sistema VoIP-GSM para las tarifas 0,17 y 0,0896 dólares el minuto y para un tráfico de 30000 minutos por día durante un año. Cada Flujo de caja está construido en base a la información presentada en las tablas 4.5, 4.6, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 y 4.16.

Cada sistema tiene la misma capacidad de tráfico por tal razón los flujos de caja pertenecientes a la misma tarifa presentan la misma ganancia mensual a partir del segundo mes y solo difieren en el costo de la inversión.

		Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	Efectivo Inicial [USD]	160664											
	Proyección en ventas [USD]	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500
	Total Ingresos [USD]	318164	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500	157500
Egresos	Inversión en Bienes de Capital [USD]	3600											
	Inversión en Capital de trabajo [USD]	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064
	Total Egresos [USD]	160664	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064	157064
Efectivo al final del proyecto [USD]	157500	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436

Tabla 4.17 Flujo de caja del Sistema de conexión directa a la tarifa de 0,17 dólares el minuto

		Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	Efectivo Inicial [USD]	93848											
	Proyección en ventas [USD]	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
	Total Ingresos	215348	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
Egresos	Inversión en Bienes de Capital [USD]	9860											
	Inversión en Capital de trabajo [USD]	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
	Total Egresos [USD]	93848	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
Efectivo al final del proyecto [USD]	121500	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512

Tabla 4.18 Flujo de caja del Sistema Analógico FXO a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto

		Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Efectivo Inicial [USD]	109608											
Ingresos	Proyección en ventas [USD]	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
	Total Ingresos	231108	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
	Inversión en Bienes de Capital [USD]	25620											
Egresos	Inversión en Capital de trabajo [USD]	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
	Total Egresos [USD]	109608	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
	Efectivo al final del proyecto [USD]	121500	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512

Tabla 4.19 Flujo de caja del Sistema Digital en base a dos Gateways a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto

		Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Efectivo Inicial [USD]	109708											
Ingresos	Proyección en ventas [USD]	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
	Total Ingresos	231208	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500
	Inversión en Bienes de Capital [USD]	25720											
Egresos	Inversión en Capital de trabajo [USD]	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
	Total Egresos [USD]	109708	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988	83988
	Efectivo al final del proyecto [USD]	121500	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512	37512

Tabla 4.20 Flujo de caja del Sistema Digital en base a un Gateway a la tarifa de 0,0896 dólares el minuto

Se puede notar que el sistema de llamadas con el uso de la tarifa no autorizada es la que presenta mayor utilidad en relación con la tarifa destinada para tráfico internacional.

4.2. PRESUPUESTO Y RETORNO DE INVERSIÓN

Un referencia para evaluar el proyecto es la TMAR y se la calculará en base a la inflación “*i*” y al premio al riesgo “*f*” a través de la fórmula “ $TMAR = i + f + i.f$ ”.^[110]

Se utilizará como referencia el máximo valor de la inflación de los últimos dos años (2008-2009), siendo éste de 10,02%, dato obtenido del Banco Central del Ecuador y perteneciente al 31 de Agosto de 2008. El valor del premio al riesgo fluctúa entre el 10% y 15%, para los cálculos a realizarse se tomará el valor de 15%.^[111]

$$TMAR = i + f + i.f$$

$$TMAR = 0,1002 + 0,15 + (0,1002)(0,15) \quad [\%]$$

$$TMAR = 26,52\%$$

Otros indicadores para analizar la rentabilidad del proyecto son el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actualizado Neto)^[112]. La tabla 4.21 muestra estos valores para cada sistema VoIP-GSM según la tarifa correspondiente.

Sistema	Tarifa [USD]	Inversión [USD]	Principales indicadores		
			TMAR	TIR	VAN [USD]
Analógico FXO	0,0896	93848	26,52%	79,60%	105561,03
Digital en base a dos <i>Gateways</i>	0,0896	109608	26,52%	64,05%	89801,03
Digital en base a un <i>Gateway</i>	0,0896	109708	26,52%	63,97%	89701,03
De conexión directa	0,1700	160664	26,52%	0,87%	-34979,14

Tabla 4.21 Principales indicadores del proyecto VoIP-GSM

Ejemplo del cálculo para el Sistema Digital en base a dos *Gateways* utilizando la tarifa de 0,0896 dólares el minuto y el flujo de efectivo de la tabla 4.19 con una

Inversión de 109608 dólares.

$$\text{Inversión} = \sum_{i=1}^{i=12} \frac{(\text{Flujo de Efectivo})_i}{(1+\text{TIR})^i}$$

$$109608 = \frac{121500}{(1+\text{TIR})^1} + \frac{37512}{(1+\text{TIR})^2} + \frac{37512}{(1+\text{TIR})^3} + \dots + \frac{37512}{(1+\text{TIR})^{12}}$$

$$\text{TIR} = 64,05 \%$$

$$\text{VAN} = -\text{Inversión} + \sum_{i=1}^{i=12} \frac{(\text{Flujo de Efectivo})_i}{(1+\text{TMAR})^i}$$

$$\text{VAN} = -109608 + \frac{121500}{(1+0,2652)^1} + \frac{37512}{(1+0,2652)^2} + \frac{37512}{(1+0,2652)^3} + \dots + \frac{37512}{(1+0,2652)^{12}} [\text{USD}]$$

$$\text{VAN} = 89801,03 [\text{USD}]$$

Los indicadores de rentabilidad expuestos en la tabla 4.21 muestran dos situaciones económicas. La terminación de llamadas a través de *gateways* es la más rentable, permitiendo un ahorro significativo de recursos pero infringe con el marco legal (depende de cada país) por utilizar el tarifa local para cursar tráfico internacional, además existe la posibilidad de saturar las celdas locales con tráfico proveniente de diferentes países. Mientras que el sistema de conexión directa posee una baja rentabilidad, por lo tanto económicamente no es rentable implementar un sistema de 30 canales con la tarifa destinada a este servicio en las condiciones de operación propuestas, para ello se sugiere:

- Implementar el sistema de conexión directa como un servicio complementario a otros de telecomunicaciones que se dan por una entidad establecida, de esta forma el costo en capital de trabajo y bienes de capital disminuye.
 - Vender el servicio directamente a los usuarios a través de una infraestructura que opere con tarjetas de llamadas denominadas *calling cards* (tarjetas similares a las de Internet pero para llamadas) o mediante
-

convenios con empresas generadoras de tráfico telefónico como por ejemplo un *set* de cabinas telefónicas radicadas en el exterior. Así se elimina a los intermediarios y se aumenta la ganancia por minuto de llamada.

El costo del minuto es el elemento más importante que hace que el sistema sea realizable económicamente o no, por lo tanto el análisis de su costo debe ser el principal factor en el país donde se pueda aplicar el presente Proyecto de Titulación. Una vez realizado este análisis, el decidirse por un sistema u otro depende de varios factores tales como:

- Implementar el Sistema Analógico FXO toma alrededor de dos meses mientras que el Sistema digital en base a 2 *gateways*, alrededor de 1 mes y el sistema de uno solo, alrededor de 3 semanas. Todos ellos requieren de la debida programación y de ser necesario la integración de un nuevo elemento al sistema para mejorar la calidad de la voz o la tarifación en sí. También necesitan pasar las pruebas de conexión correspondientes que toman alrededor de una semana.
 - El sistema analógico FXO puede que cueste menos pero su operación y mantenimiento toma más tiempo en comparación con los otros sistemas. Lo mismo ocurre con el monitoreo del tráfico de llamadas, un monitoreo más fácil, sencillo y cómodo se logra con el sistema digital en base a un *gateway*.
 - Mientras más complejo es el sistema, el tiempo en solucionar un problema será mayor, por lo tanto el sistema analógico FXO será el que presente mayores inconvenientes en la localización de fallas por la cantidad de elementos del que está conformado.
-

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El protocolo H.323 es complejo y cubre ampliamente los servicios de voz y video sobre una red IP al contrario de otras alternativas para voz más sencillas como SIP (*Session Initiation Protocol*) o IAX2 (*Inter Asterisk eXchange protocol*).
 - El CDR es una herramienta usada en la tarificación y verificación de la desconexión normal de la llamada a través del protocolo Q.931. Todo sistema de tráfico de voz cuenta con su respectivo CDR, este registro muestra el estado del tráfico y del sistema en sí, por lo tanto cualquier anomalía en el sistema será reflejada en él.
 - Q.931 es de gran utilidad a la hora cursar tráfico de voz, la interpretación de los códigos asociados a los mensajes de este protocolo permite solucionar rápidamente problemas en la comunicación especialmente si éstos ya se han presentado con anterioridad. Sus mensajes permiten conocer si una llamada ha concluido exitosamente, si hubo congestión en el equipo de comunicación, si el canal estaba ocupado, si la llamada fue rechazada, etc.
 - El protocolo de comunicaciones que utilice el *switch* de llamadas puede ser H.323, SIP o IAX2. En cualquier caso se deben utilizar los mismos criterios de configuración para las interfaces E1, en los parámetros ISDN, opciones de conmutación, asignación de canales, etc.
 - La calidad de la voz es directamente proporcional a la velocidad de codificación de los datos transmitidos, a mayor velocidad la calidad en la voz es más alta; por tal razón el codec usado en la red IP debe permitir mantener una buena comunicación evitando el uso exagerado del ancho de banda (ancho de banda comercial).
 - El ASR y ALOC son mediciones comparativas, éstas determinan la estabilidad de una ruta de voz IP; por lo tanto es necesario que el tráfico de voz cumpla
-

con determinados valores de ASR y ACD para mantener un grado de calidad de servicio.

- En una ruta de voz los codecs usados deben ser los mismos tanto en el lado del emisor como en el del receptor, caso contrario no existe audio en una de las vías de comunicación.
 - Las llamadas rechazadas con causa de desconexión 34 (Protocolo Q.931) generalmente son por tres motivos: prefijo o plan de marcación errado, canal inhabilitado y por el uso del sistema de comunicaciones por parte de equipos no autorizados.
 - Según el Marco Regulatorio de Telecomunicaciones de Ecuador existen cuatro formas legales para acceder a las redes de telecomunicaciones de los operadores establecidos y terminar las llamadas internacionales en ellas:
 1. Mediante una concesión para prestar servicios finales de telecomunicaciones a través de terminales de telecomunicaciones de uso público.
 2. A través de una autorización para la prestación y explotación de servicio telefónico de larga distancia internacional.
 3. Acuerdo negociado entre las partes, el mismo que debe revisado, aprobado y registrado en la SENATEL para que pueda aplicarse.
 4. Mediante Convenios de reventa.
 - Técnicamente existen dos sistemas que permiten terminar las llamadas, la una es a través de *gateways* (ruta gris) y la otra es a través de la Plataforma de Interconexión de la operadora de telefonía local (ruta blanca); de ellas, la primera es la de mayor rentabilidad pero infringe el marco legal y la segunda es realizable en las siguientes condiciones:
-

-
1. Implementar el sistema como un servicio complementario a otros de telecomunicaciones que se dan por una entidad establecida, de esta forma el costo en capital de trabajo y bienes de capital disminuye.
 2. Vender el servicio directamente a los usuarios a través de una infraestructura que opere con tarjetas de llamadas denominadas *calling cards* (tarjetas similares a las de Internet pero para llamadas) o mediante convenios con empresas generadoras de tráfico telefónico como por ejemplo un *set* de cabinas telefónicas radicadas en el exterior. Así se elimina a los intermediarios y se aumenta la ganancia por minuto de llamada.
- Económicamente la rentabilidad de un sistema de terminación de llamadas depende de la ganancia obtenida a partir de la diferencia en la compra y venta del minuto, si se logra obtener pocos centavos en esta diferencia la ganancia es significativa y el sistema puede ser implementado especialmente en países donde la apertura de las telecomunicaciones es amplia.
 - Actualmente existe una significativa demanda de equipos IP, especialmente centrales y micro centrales telefónicas; estos equipos fueron diseñados para formar parte de la red privada de comunicaciones de las empresas con el fin de tener una comunicación completa en todo momento y desde cualquier parte del mundo a un bajo costo, para ello cuentan con interfaces (FXO, FXS, E1, T1, etc.) que permiten interactuar directamente las redes de telefonía local con la red IP, sin embargo el marco legal limita esta ventaja a no ser que sea un concesionario debidamente autorizado o tenga acuerdos con la operadora de telefonía con la que interactúa.
 - No es posible manejar la operación de un sistema con terminación celular sin un acuerdo con la Operadora Móvil para el uso de su red, debido a los siguientes inconvenientes:
 1. El uso o la tenencia de equipos que pueden ser usados para terminación de telefonía está penado por la Ley, que ve a este tipo de negocio como un
-

fraude al Estado, por la evasión de impuestos de telefonía internacional, con sanciones que van de 2 a 5 años de prisión.

2. Los SIM usados para estos fines son detectados y su registro es cancelado, inutilizando la SIM de por vida.
 3. Los IMEIs ingresados a la Lista Negra de la Operadora Móvil hace que los modems GSM no puedan registrar a la SIM y queden inutilizados sin poder acceder a la red celular, por lo tanto los *gateways* GSM se vuelven obsoletos y no pueden ser usados en la red de esa Operadora.
 4. La invalidación del IMEI y del registro de la SIM en la red celular inestabilizan el tráfico de voz ocasionando niveles bajos de ASR y ALOC, es decir una reducción en la calidad de servicio.
- El sistema VoIP-GSM expuesto en el presente Proyecto de Titulación tiene aplicaciones tales como:
 1. Terminación de tráfico internacional
 2. Servicios de *Marketing* vía Celular
 3. Sistemas de tele-votación
 4. Servicios de consulta

Cada aplicación debe contar con los respectivos permisos de operación ante organismos reguladores de telecomunicaciones y del operador de telefonía móvil con el que se realizará la conexión. Esto es necesario por el monitoreo que realizan las operadoras; su mecanismo no posee la suficiente capacidad para discriminar entre el tráfico proveniente de una aplicación y otra sin previa notificación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Las rutas de VoIP para un funcionamiento adecuado deben cumplir dos requerimientos esenciales:
-

-
1. No deben existir pérdidas de paquetes superiores al 5%
 2. La latencia debe ser menor a 150 ms

El aumento gradual de estos valores degrada la calidad del servicio tal como ocurre con otras aplicaciones sobre Internet, siendo más notorio en aquellas que transmiten voz.

- No necesariamente se necesitan gran cantidad de equipos o de gran complejidad para construir sistemas VoIP-GSM para diferentes aplicaciones; actualmente solo una computadora personal con las debidas tarjetas PCI puede realizar la misma función que los equipos comerciales, que para nuestro caso puede hacer las funciones de un *gateway* H.323 o un *gateway* GSM. Esto hace necesario conocer ampliamente el Marco Regulatorio de Telecomunicaciones para saber hasta que punto se puede llegar sin infringir las leyes que rige el extenso campo de las telecomunicaciones.
 - En la compra o en la venta de equipos GSM hay tener en cuenta la frecuencia de los Operadores Móviles en el país destino en el que va a operar.
 - La red donde se planea implementar cualquier sistema de comunicaciones debe tener los respectivos puertos abiertos, tanto RPT, UDP, TCP y demás usados por el sistema, ya que los *firewalls* están diseñados para bloquear algunas aplicaciones que “corren” por estos puertos.
 - En la implementación de un sistema analógico se debe tener en cuenta el tipo de señalización que se usará sobre el canal, generalmente *Loop Start* o *Battery Reverse*; si no se toma en cuenta este detalle, existe la posibilidad de que no exista comunicación en un sentido. Generalmente se usa *Battery Reverse* porque permite la tarificación, pero también debe tomarse en cuenta que el equipo móvil conectado a este sistema debe tener la característica de inversión de polaridad.
 - El sistema de telefonía con terminación celular permite módulos GSM o CDMA; se prefiere trabajar con módulos GSM porque los tiempos de
-

respuesta de la red GSM son menores que los de la red celular CDMA.

- La operación de sistemas VoIP-GSM especialmente los diseñados para terminación de tráfico internacional requieren de permisos y acuerdos con la Operadora móvil con la que se realizará la conexión. Esto permite esencialmente tener Seguridad Jurídica para todos los involucrados en la operación, tanto para los proveedores así como también para los inversionistas y demás personas involucradas en el manejo de equipos.
 - Aunque un sistema de comunicaciones restrinja rutas o canales de voz por bajo ASR o bajo ALOC, es necesario realizar estas mediciones anual, mensual y a diario para verificar que se cumpla con el normal funcionamiento del sistema.
 - Los niveles de ganancia en los equipos de voz deben ser tales que no generen eco en las vías de comunicación.
 - El ancho de banda debe ser calculado de tal manera que no exista alteraciones en la comunicación como una voz robotizada o una llamada entrecortada.
 - El desarrollo acelerado de la tecnología hace posible acceder a varios servicios a través de una misma infraestructura; el uso de VoIP como plataforma para la prestación de servicios en un solo paquete (televisión, telefonía e Internet entre otros) hace necesario la creación de un reglamento de Acceso a Internet que regule estos servicios en conjunto y que hoy en día se dan por separado en su mayoría.
-

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1], [5], [16] Voz sobre IP, http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP.htm
- [2], [4], [8], [10], [13], [28], [42], [15] Sistemas de Telefonía, José HUIDOBRO MOYA, Rafael CONESA PASTOR, 5ª Edición, Thomson Editores Spain Parainfo S.A., Madrid, 2001
- [3], [76] E1, <http://es.wikipedia.org/wiki/E1>
- [6] Todo sobre IP, <http://voip.bankoi.com/aplicaciones.htm>
- [7] Daniel DÍAZ ATAUCURI, Calidad de servicio en la Internet: Protocolo de Reserva de Recursos – RSVP, España
- [9] Definiciones de gap en la Web, www.google.com.ec/search?hl=es&q=define%3AGAP&btnG=Buscar+con+Google&meta=&aq=f&oq=
- [11] IP-Telephony (protocols), <http://www.rares.com.ar/PDF>
- [12], [14] Supresores de Eco, Recomendación UIT-T G.164
- [17], [21], [22], [25], [26] Luisa BASTERO, VoIP en la red del operador, <http://www.aslan.es/boletin/boletin30/acterna.shtml>, España, 2008
- [18] <http://elserver.forknet-ar.org/harpo////////uch/seminario/escrito//archivos//seminario-uch.nav/node21.html>
- [19] <http://elserver.forknet-ar.org/harpo////////uch/seminario/escrito//archivos//seminario-uch.nav/node27.html>
- [20] RTP, http://es.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol
- [23] RTCP, http://es.wikipedia.org/wiki/Real_time_control_protocol
- [24] SRTCP, <http://es.wikipedia.org/wiki/SRTCP>
- [27] <http://www.voipforo.com/H323/H323objetivo.php>
- [29] <http://www.openh323.org/standards.html#what>
- [30] <http://www.voipx.com.ar/arquitecturas03.html>
- [31] H.225.0, <http://es.wikipedia.org/wiki/H.225.0>
- [32] H.245, <http://es.wikipedia.org/wiki/H.245.0>
- [33] H.235, <http://es.wikipedia.org/wiki/H.235>

- [34], [35] www.xxxx.Araujo.html
- [36], [37],
[38], [39],
[40] <http://www.voipforo.com/H323/H323ejemplo.php>
- [41] Codecs, http://www.vozdigital.org/Codecs_modules.php.htm
- [43], [49] Sistema Global para las Comunicaciones Móviles, http://es.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
- [44] RFID, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID.htm>
- [45] Manual Westermo 5.0, Transmisión de datos industriales-Conexión remota, www.westermo.com
- [46], [53] Tecnología GSM, <http://www.todo-cel.com.ar/info/gsm.html>
- [47], [48] SM: Interfaz entre Estación Móvil y BTS, http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_2.asp
- [50] Tarjeta SIM, http://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_SIM
- [51] MCC/MNC, <http://es.wikipedia.org/wiki/MCC/MNC>
- [52] What are the PIN and PUK, <http://www.gsm-security.net/faq/gsm-pin-pin2-puk-puk-personal-identity-number-personal-unblocking-key.html>
- [54], [64] Soraya SINCHE, Comunicaciones Inalámbricas, Quito-Ecuador, 2006
- [55] SUPTTEL, Organismo Técnico de Control, 2009
- [56] [http://www.orbitel.net.co/home/tecnologia/secciones/conexiones/voip-una-herramienta-global-para-la-comunicacin-por-banda-ancha?noCache=664:11971 72908](http://www.orbitel.net.co/home/tecnologia/secciones/conexiones/voip-una-herramienta-global-para-la-comunicacin-por-banda-ancha?noCache=664:11971%2072908)
- [57] SERIE E. Magnitudes comparativas para la gestión de la calidad de funcionamiento de las redes, Recomendación UIT-T E.437
- [58] SUPTTEL, Telefonía móvil celular - estadísticas: Parámetros mínimos de calidad del servicio, <http://www.supertel.gov.ec>, 2008
- [59], [60] Ramón COTA MEZA, Informe Telecom, <http://www.letraslibres.com/index.php?art=12202>
- [61] Jeimy José CANO MARTÍNEZ, David Yaya NARVÁEZ LEÓN, 2006, Consideraciones Legales y Comerciales sobre VoIP en Colombia, <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=5502>
- [62] Prestación de Servicios, [http://www.crt.gov.co/Paginas/PreguntasFrecuentes/ PrestacionServicio.htm](http://www.crt.gov.co/Paginas/PreguntasFrecuentes/PrestacionServicio.htm)

- [63] IMEI, <http://es.wikipedia.org/wiki/IMEI>
- [65], [70], [74], [113] Command Referent Guide, Quintum, Client Version: TENOR_CLIENT_CM103.07.02_101405
- [66], [67] Cisco Systems, Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption, http://www.cisco.com/warp/public/788/pkt-voice-general/bwidth_consume.html, 2006
- [68] Carlos EGAS, Apuntes de Dispositivos de Autorización y Autenticación, Quito-Ecuador. 2008
- [69] Calidad de servicio QoS en Telefonía IP, http://www.adiptel.com/soluciones/calidad_servicio.php
- [71] Asterisk en castellano, <https://ourproject.org/projects/asterix/>
- [72], [114] TECOM, Manual Del Usuario
- [73] <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071231124824AAikzqM>
- [75] Zamora Valor José, Descripción del Interfaz Digital E1 como soporte para la interpretación de las mediciones de calidad, Caracas, Diciembre 2002
- [77], [83] libpri_chan_zap[work in progress], http://www.asteriskguru.com/tutorials/pri_zaptel.html
- [78] Interfaces usuario-red de la RDSI, Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red a velocidad primaria, Rec. UIT-T I.431
- [79], [81] Red Digital de Servicios Integrados, <http://es.wikipedia.org/wiki/RDSI>
- [80] ISDN, <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>
- [82] Guía de Productos Tenor DX VoIP Multipath/Gateway Switch, www.quintum.com
- [84] Technical support, BigGameTel Inc, USA, 2007
- [85] Área de Interconexión Movistar, Quito-Ecuador, 2008
- [86] WorldxChange Communications, <http://www.134.com.gt/>
- [87], [88] GuateLINE, <http://www.guateline.com/ta.htm>
- [89] Ipsofactum LTDA, http://www.ipsofactum.com/WWW/es/Pc2Tel/listado_tarifas.php?letra=e

- [90] Adiptel, <http://www.adiptel.com/tarifas.php>
- [91] Gizmo5, <http://gizmo5.com/pc/prices/>
- [92] Grupo Capcom, <http://www.ahorrallamando.com>
- [93] Carrier Relations Mgr, Reseller VoIP Arestelecom, Guatemala.
- [94] Base Celular TECOM, http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-4217391-bases-celulares-tecom-las-mejores-del-mercado-_JM
- [95] RJ11 Breakout Patch Panel, <http://cgi.ebay.es/ws/eBayISAPI.dll?ViewItem&item=260298179644>
- [96] TDM2400P RJ21 cable, <http://www.redworxx.es/isdn-cards/digiumaccessories-digium/tdm2400p-rj21-cable.html?lang=5>
- [97], [106] <http://www.mercadolibre.com.ec/>
- [98] TDM2406E, http://store.digium.com/productview.php?product_code=1TDM2406EF
- [99] TDM808E, http://store.digium.com/productview.php?product_code=1TDM808EF-01
- [100], [103], [105] Teléfono H.323 AT-320EE, http://www.atcom.cn/En_products_At320EE.html
- [101] Quintum DX2060 VoIP Multipath Switch, <http://www.buy-sell-voip.com/for-sale-gsm-voip-equipments-t649.html>
- [102] Multi-Cell PRI Gateway, <http://www.buy-sell-voip.com/for-sale-gsm-voip-equipments-t649.html>
- [104] HG-4000 Hypermedia, <http://www.hyperms.com/>
- [107] Departamento de Ventas, Telconet, <http://www.telconet.net/>
- [108] Soporte Técnico, Ecuacti, Ecuador, 2009
- [109] Andinanet, <http://www.andinanet.net/planescorporativo.htm>, 2009
- [110], [111] Evaluación de Proyectos, Gabriel BACAURBINA, 3ª Edición, McGraw-Hill, Colombia, 1995
- [112] Vinicio REINOSO, Apuntes de Ingeniería Financiera, Quito-Ecuador, 2008
- [115] Best effort, http://en.wikipedia.org/wiki/Best_effort

- [116] Hugo AULESTIA, Apuntes de Marco Regulatorio, Quito-Ecuador, 2005
- [117] Uptime, <http://en.wikipedia.org/wiki/Uptime>
- [118] ATCOM Technology, Manual AT-320 H323 Phone User (V1.43)
- [119] Hypermedia Systems Ltd., Manual de Instalación y del Usuario HG-4000 Series, Release 3.0, 2005
- [120] Eurotech Communications, Manual Del Usuario PRI – GSM Multi-Cell Gateway, Version 01.06.A
- [121] ORION Telecom Networks INC, Hoja de Datos E1-PRI GSM-90,2000-2006

ANEXOS

A. CAUSAS DE DESCONEXIÓN DE UNA LLAMADA

B. SOLICITUD DE SERVICIOS DE VOIP A UN *CARRIER*

C. NIVELES DE RSSI

D. REGISTROS DE LLAMADAS DE LOS EQUIPOS

D.1 ESTADÍSTICAS INSTANTÁNEAS DEL COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO DEL MULTI-CELL PRI *GATEWAY* EUROTECH

D.2 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL HG4000 HYPERMEDIA

D.3 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL MULTI-CELL PRI *GATEWAY*

D.4 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL QUINTUM VOIP MULTIPATH *SWITCH*

E. HOJAS DE DATOS DE LOS EQUIPOS

E.1 ESPECIFICACIONES DEL HG-4000 HYPERMEDIA

E.2 ESPECIFICACIONES DEL QUINTUM VOIP MULTIPATH *SWITCH*

E.3 ESPECIFICACIONES DEL E1/PRI ISDN MULTICELL

F. DEFINICIONES DEL MARCO REGULATORIO DE ECUADOR

ANEXO A

CAUSAS DE DESCONEXIÓN DE UNA LLAMADA

Causas de desconexión de una llamada y sus códigos asociados (en decimal y hexadecimal). ^[113]

Hex	Dec	Cause
0x1	1	<i>Unallocated or unassigned number</i>
0x2	2	<i>No route to specified transit network (Transit Network Identity)</i>
0x3	3	<i>No route to destination</i>
0x4	4	<i>Send special information tone</i>
0x5	5	<i>Misdialled trunk prefix.</i>
0x6	6	<i>Channel unacceptable</i>
0x7	7	<i>Call awarded and being delivered in an established channel</i>
0x8	8	<i>Prefix 0 dialed but not allowed</i>
0x9	9	<i>Prefix 1 dialed but not allowed</i>
0xA	10	<i>Prefix 1 not dialed but required</i>
0xB	11	<i>More digits received than allowed, call is proceeding</i>
0x10	16	<i>Normal call clearing</i>
0x11	17	<i>User busy</i>
0x12	18	<i>No user responding</i>
0x13	19	<i>T.301 expired: - User Alerted, No answer from user</i>
0x15	21	<i>Call rejected</i>
0x16	22	<i>Number changed to number in diagnostic field.</i>
0x17	23	<i>Reverse charging rejected</i>
0x18	24	<i>Call suspended</i>
0x19	25	<i>Call resumed</i>
0x1A	26	<i>Non-selected user clearing</i>
0x1B	27	<i>Destination out of order</i>
0x1C	28	<i>Invalid number format or incomplete address</i>
0x1D	29	<i>EKTS facility rejected by network</i>
0x1E	30	<i>Response to STATUS ENQUIRY</i>
0x1F	31	<i>Normal, unspecified</i>
0x21	33	<i>Circuit out of order</i>
0x22	34	<i>No circuit/channel available</i>
0x23	35	<i>Destination unattainable</i>
0x24	36	<i>Out of order</i>
0x25	37	<i>Degraded service</i>
0x26	38	<i>Network out of order</i>
0x27	39	<i>Transit delay range cannot be achieved</i>
0x28	40	<i>Throughput range cannot be achieved</i>
0x29	41	<i>Temporary failure</i>
0x2A	42	<i>Switching equipment congestion</i>
0x2B	43	<i>Access information discarded</i>
0x2C	44	<i>Requested circuit channel not available</i>
0x2D	45	<i>Preempted</i>
0x2E	46	<i>Precedence call blocked</i>

Hex	Dec	Cause
0x2F	47	<i>Resource unavailable, unspecified</i>
0x31	49	<i>Quality of service unavailable</i>
0x32	50	<i>Requested facility not subscribed</i>
0x33	51	<i>Reverse charging not allowed</i>
0x34	52	<i>Outgoing calls barred</i>
0x35	53	<i>Outgoing calls barred within CUG</i>
0x36	54	<i>Incoming calls barred</i>
0x37	55	<i>Incoming calls barred within CUG</i>
0x38	56	<i>Call waiting not subscribed</i>
0x39	57	<i>Bearer capability not authorized</i>
0x3A	58	<i>Bearer capability not presently available</i>
0x3F	63	<i>Service or option not available, unspecified</i>
0x41	65	<i>Bearer service not implemented</i>
0x42	66	<i>Channel type not implemented</i>
0x43	67	<i>Transit network selection not implemented</i>
0x44	68	<i>Message not implemented</i>
0x45	69	<i>Requested facility not implemented</i>
0x46	70	<i>Only restricted digital information bearer capability is available</i>
0x4F	79	<i>Service or option not implemented, unspecified</i>
0x51	81	<i>Invalid call reference value</i>
0x52	82	<i>Identified channel does not exist</i>
0x53	83	<i>A suspended call exists, but this call identity does not</i>
0x54	84	<i>Call identity in use</i>
0x55	85	<i>No call suspended</i>
0x56	86	<i>Call having the requested call identity has been cleared</i>
0x57	87	<i>Called user not member of CUG</i>
0x58	88	<i>Incompatible destination</i>
0x59	89	<i>Non-existent abbreviated address entry</i>
0x5A	90	<i>Destination address missing, and direct call not subscribed</i>
0x5B	91	<i>Invalid transit network selection (national use)</i>
0x5C	92	<i>Invalid facility parameter 93 Mandatory information element is missing</i>
0x5D	93	<i>Message type non-existent or not implemented</i>
0x5F	95	<i>Invalid message, unspecified</i>
0x60	96	<i>Mandatory information element is missing</i>
0x61	97	<i>Message type non-existent or not implemented</i>
0x62	98	<i>Message not compatible with call state or message type non-existent or not implemented</i>
0x63	99	<i>Information element nonexistent or not implemented</i>
0x64	100	<i>Invalid information element contents</i>
0x65	101	<i>Message not compatible with call state</i>
0x66	102	<i>Recovery on timer expiry</i>
0x67	0x103	<i>Parameter non-existent or not implemented - passed on</i>
0x6F	111	<i>Protocol error, unspecified</i>
0x7F	127	<i>Internetworking, unspecified</i>

Hex	Dec	Cause
0x80+	128 or higher	<i>Proprietary diagnostic code (not necessarily bad). Typically used to pass proprietary control or maintenance messages between multiplexers</i>

ANEXO B

SOLICITUD DE SERVICIOS DE VOIP A UN *CARRIER*

Formato estándar de solicitud de servicios de VoIP a un *Carrier* VoIP.

VOIP TESTING FORM		
PROJECT Information:	provider name	CUSTOMER
Company Name:		
Date Requested:		
Destinations Requested:		
Originating or Terminating:		
Capacity, Number of Channels		
BUSINESS CONTACTS:	CUSTOMER	CUSTOMER
Name:		
Phone:		
Cell Phone:		
Fax:		
Email:		
MSN:		
TECHNICAL CONTACT:	CUSTOMER	CUSTOMER
Name:		
Phone:		
Cell Phone:		
MSN:		
Email:		
Internet Connection Information:		
Equipment Manufacturer and Model		H.323/SIP Nexttone MSC Softswitch
IP Address (If more than 1, please list)		Signalling
		Media (RTP)
		Media (RTP)
Mask (needful)		
Is Dial Plan required? If yes, which?		
CODEC		
Termination Type (analog/digital)		
Is there a firewall between your network and the gateway ?	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO
Fill out Entire form, or testing will be delayed until all information is gathered. Thank you for your cooperation.		

ANEXO C

NIVELES DE RSSI

Niveles de RSSI ^[114]

RSSI	Calidad de la señal
-51 dBm ~ -75 dBm	Buena
-77 dBm ~ -87 dBm	Normal
-92 dBm ~ -99 dBm	Baja
-101 dBm ~ -113 dBm	Mala

ANEXO D

REGISTROS DE LLAMADAS DE LOS EQUIPOS

D.1 ESTADÍSTICAS INSTANTÁNEAS DEL COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO
DEL MULTI-CELL PRI *GATEWAY* EUROTECH

D.2 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL HG4000
HYPERMEDIA

D.3 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL MULTI-CELL
PRI *GATEWAY*

D.4 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL QUINTUM
VOIP MULTIPATH *SWITCH*

D.1 ESTADÍSTICAS INSTANTÁNEAS DEL COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO DEL MULTI-CELL PRI GATEWAY

EUROTECH

Port	Sim	Conversation Minutes	Dialed calls #	Success calls #	ASR	ACD	Billing minutes	Accumulated daily work minutes	Sim Blocks
1	1	00001:40	20	10	50%	00 Minutes 10 Seconds	00001:50	0	Low ASR Block
1	2	00000:11	2	2	100%	00 Minutes 06 Seconds	00000:13	0	No SIM block
1	3	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	Time Table Block
1	4	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	Time Table Block
2	1	00139:34	68	26	38%	05 Minutes 22 Seconds	00141:43	120	Low ASR Block
2	2	00023:57	13	6	46%	04 Minutes 00 Seconds	00024:03	118	No SIM block
2	3	00051:25	18	7	38%	07 Minutes 21 Seconds	00051:32	0	Time Table Block
2	4	00080:29	22	7	31%	11 Minutes 30 Seconds	00081:12	0	Time Table Block
3	1	00127:05	69	23	33%	05 Minutes 32 Seconds	00127:28	145	Low ASR Block
3	2	00051:00	14	5	35%	10 Minutes 12 Seconds	00051:05	93	No SIM block
3	3	00087:03	14	9	64%	09 Minutes 40 Seconds	00087:12	0	Time Table Block
3	4	00060:34	29	11	37%	05 Minutes 30 Seconds	00060:45	0	Time Table Block
4	1	00206:49	98	31	31%	06 Minutes 40 Seconds	00207:20	139	Low ASR Block
4	2	00067:18	11	84	763%	00 Minutes 48 Seconds	36906:49	96	Time (Cost) Limit Block
4	3	00052:44	19	9	47%	05 Minutes 52 Seconds	00052:53	0	Time Table Block
4	4	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	Time Table Block
5	1	00095:49	60	17	28%	05 Minutes 38 Seconds	00096:06	168	Low ASR Block
5	2	00037:27	13	5	38%	07 Minutes 29 Seconds	00037:32	70	No SIM block
5	3	00017:51	25	8	32%	02 Minutes 14 Seconds	00017:59	0	Low ASR Block & Time Table Block
5	4	00079:40	16	7	43%	11 Minutes 23 Seconds	00079:47	0	Low ASR Block & Time Table Block
6	1	00140:26	69	27	39%	05 Minutes 12 Seconds	00140:53	125	Low ASR Block
6	2	00000:58	12	2	16%	00 Minutes 29 Seconds	00001:00	112	Low ASR Block
6	3	12288:08	81	45	56%	00 Minutes 16 Seconds	24576:18	0	Time (Cost) Limit Block & Time Table Block
6	4	00029:17	15	7	46%	04 Minutes 11 Seconds	00029:24	0	Time Table Block
7	1	00143:07	60	22	36%	06 Minutes 30 Seconds	00143:29	134	Low ASR Block
7	2	00026:18	12	3	25%	08 Minutes 46 Seconds	00026:20	103	Low ASR Block

Port	Sim	Conversation Minutes	Dialed calls #	Success calls #	ASR	ACD	Billing minutes	Accumulated daily work minutes	Sim Blocks
7	3	00072:19	18	7	38%	10 Minutes 20 Seconds	00072:26	0	Time Table Block
7	4	00025:03	19	5	26%	05 Minutes 01 Seconds	00025:08	0	Time Table Block
8	1	00082:54	67	19	28%	04 Minutes 22 Seconds	00083:13	139	Low ASR Block
8	2	00003:18	12	1	8%	03 Minutes 18 Seconds	00003:19	99	Low ASR Block
8	3	00027:22	20	8	40%	03 Minutes 25 Seconds	00027:30	0	Time Table Block
8	4	00081:18	26	6	23%	13 Minutes 33 Seconds	00081:24	0	Low ASR Block & Time Table Block
9	1	00129:03	63	16	25%	08 Minutes 04 Seconds	00129:19	152	Low ASR Block
9	2	00001:32	12	2	16%	00 Minutes 46 Seconds	00001:34	86	Low ASR Block
9	3	00053:29	21	9	42%	05 Minutes 57 Seconds	00053:38	0	Time Table Block
9	4	00046:14	17	6	35%	07 Minutes 42 Seconds	00046:20	0	Time Table Block
10	1	00130:36	51	15	29%	08 Minutes 42 Seconds	00130:51	118	Low ASR Block
10	2	00006:50	14	2	14%	03 Minutes 25 Seconds	00007:30	120	Low ASR Block
10	3	00084:28	17	8	47%	10 Minutes 34 Seconds	00088:28	0	Time Table Block
10	4	00058:12	18	5	27%	11 Minutes 38 Seconds	00061:32	0	Time Table Block
11	1	00156:24	77	29	37%	05 Minutes 24 Seconds	00156:53	237	Low ASR Block
11	2	00005:52	16	5	31%	01 Minutes 10 Seconds	00006:16	331	Low ASR Block & Time Table Block
11	3	00053:50	18	8	44%	06 Minutes 44 Seconds	00054:56	0	Low ASR Block & Time Table Block
11	4	00067:20	20	5	25%	13 Minutes 28 Seconds	00067:25	0	Low ASR Block & Time Table Block
12	1	00105:52	63	17	26%	06 Minutes 14 Seconds	00106:09	96	Low ASR Block
12	2	00113:03	79	24	30%	04 Minutes 43 Seconds	00113:27	470	No SIM block
12	3	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	No SIM block
12	4	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	No SIM block
13	1	00147:10	80	27	33%	05 Minutes 27 Seconds	00147:37	236	Low ASR Block
13	2	00010:44	9	3	33%	03 Minutes 35 Seconds	00010:47	331	Time Table Block
13	3	00016:50	14	4	28%	04 Minutes 12 Seconds	00016:54	0	Time Table Block
13	4	00076:27	17	6	35%	12 Minutes 44 Seconds	00076:33	0	Time Table Block
14	1	00231:42	79	31	39%	07 Minutes 28 Seconds	00232:13	235	Low ASR Block
14	2	00023:23	9	5	55%	04 Minutes 41 Seconds	00025:03	331	Time Table Block
14	3	00019:13	17	3	17%	06 Minutes 24 Seconds	00020:43	0	Time Table Block
14	4	00064:38	15	7	46%	09 Minutes 14 Seconds	00064:45	0	Time Table Block
15	1	00111:25	78	24	30%	04 Minutes 39 Seconds	00115:25	237	No SIM block

Port	Sim	Conversation Minutes	Dialed calls #	Success calls #	ASR	ACD	Billing minutes	Accumulated daily work minutes	Sim Blocks
15	2	00047:28	9	6	66%	07 Minutes 55 Seconds	00047:34	331	Time Table Block
15	3	00022:44	16	4	25%	05 Minutes 41 Seconds	00004:00	16389	Low ASR Block & Time Table Block & Daily Limit Block
15	4	00090:26	24	8	33%	11 Minutes 18 Seconds	00091:13	0	Time Table Block
16	1	00175:48	86	27	31%	06 Minutes 31 Seconds	00175:04	237	Low ASR Block
16	2	00060:53	9	6	66%	10 Minutes 09 Seconds	00060:59	331	Time Table Block
16	3	00004:48	21	3	14%	01 Minutes 36 Seconds	00004:51	0	Low ASR Block & Time Table Block
16	4	00049:42	18	3	16%	16 Minutes 34 Seconds	00049:45	0	Low ASR Block & Time Table Block
17	1	00116:34	78	17	21%	06 Minutes 51 Seconds	00116:51	237	Low ASR Block
17	2	00009:49	8	2	25%	04 Minutes 54 Seconds	00009:51	330	Time Table Block
17	3	00047:41	10	5	50%	09 Minutes 32 Seconds	00047:46	0	Time Table Block
17	4	00082:21	31	8	25%	10 Minutes 18 Seconds	00082:29	0	Time Table Block
18	1	16544:53	82	29	35%	00 Minutes 34 Seconds	08352:27	484	Time (Cost) Limit Block
18	2	00005:43	9	2	22%	02 Minutes 52 Seconds	00005:45	84	No SIM block
18	3	00021:41	11	4	36%	05 Minutes 25 Seconds	00021:45	0	Time Table Block
18	4	00068:41	28	4	14%	17 Minutes 10 Seconds	00068:45	0	Low ASR Block & Time Table Block
19	1	00208:16	78	22	28%	09 Minutes 28 Seconds	00208:38	107	Low ASR Block
19	2	12288:66	81	16	20%	00 Minutes 44 Seconds	28672:00	131	Time (Cost) Limit Block
19	3	32775:27	11	3	27%	00 Minutes 59 Seconds	12288:00	0	Time (Cost) Limit Block & Time Table Block
19	4	00032:18	23	7	30%	04 Minutes 37 Seconds	00032:25	0	Time Table Block
20	1	00178:12	52	18	34%	09 Minutes 54 Seconds	00178:30	127	Low ASR Block
20	2	00024:47	12	4	33%	06 Minutes 12 Seconds	00024:51	110	No SIM block
20	3	00017:23	11	4	36%	04 Minutes 21 Seconds	28672:00	0	Time (Cost) Limit Block & Time Table Block
20	4	00057:30	25	5	20%	11 Minutes 30 Seconds	00057:35	0	Low ASR Block & Time Table Block
21	1	00223:40	58	22	37%	10 Minutes 10 Seconds	00224:02	107	Low ASR Block
21	2	00000:42	4	1	25%	00 Minutes 42 Seconds	00000:43	130	No SIM block
21	3	00002:01	16	4	25%	00 Minutes 30 Seconds	00002:05	0	Low ASR Block & Time Table Block
21	4	00056:09	23	5	21%	11 Minutes 14 Seconds	00056:14	0	Low ASR Block & Time Table Block
22	1	00140:15	79	27	34%	05 Minutes 12 Seconds	00140:42	124	Low ASR Block
22	2	00009:50	6	4	66%	02 Minutes 28 Seconds	00009:54	58	No SIM block
22	3	00008:37	9	2	22%	04 Minutes 18 Seconds	00008:39	0	Time Table Block

Port	Sim	Conversation Minutes	Dialed calls #	Success calls #	ASR	ACD	Billing minutes	Accumulated daily work minutes	Sim Blocks
22	4	00107:33	29	16	55%	06 Minutes 43 Seconds	00107:49	86	No SIM block
23	1	00194:20	64	24	37%	08 Minutes 06 Seconds	00194:44	99	Low ASR Block
23	2	00007:02	10	1	10%	07 Minutes 02 Seconds	00007:03	139	No SIM block
23	3	00007:45	11	4	36%	01 Minutes 56 Seconds	00007:49	0	Time Table Block
23	4	00056:27	20	6	30%	09 Minutes 24 Seconds	00056:33	0	Time Table Block
24	1	00178:57	95	26	27%	06 Minutes 53 Seconds	00179:23	432	Low ASR Block
24	2	00035:46	10	3	30%	11 Minutes 55 Seconds	00035:49	136	No SIM block
24	3	00011:31	13	1	8%	11 Minutes 31 Seconds	00011:32	0	Low ASR Block & Time Table Block
24	4	00110:50	20	6	30%	18 Minutes 28 Seconds	00110:56	0	Time Table Block
25	1	00193:50	79	26	32%	07 Minutes 27 Seconds	00194:16	113	Low ASR Block
25	2	00028:00	12	6	50%	04 Minutes 40 Seconds	00028:06	124	No SIM block
25	3	00034:06	11	4	36%	08 Minutes 32 Seconds	00034:10	0	Time Table Block
25	4	00065:06	22	8	36%	08 Minutes 08 Seconds	00065:14	0	Time Table Block
26	1	00191:25	62	18	29%	10 Minutes 38 Seconds	00191:43	107	Low ASR Block
26	2	00019:26	9	5	55%	03 Minutes 53 Seconds	48555:10	131	Time (Cost) Limit Block
26	3	00046:05	14	5	35%	09 Minutes 13 Seconds	00046:10	0	Time Table Block
26	4	00022:53	26	8	30%	02 Minutes 52 Seconds	00023:01	0	Time Table Block
27	1	00008:11	6	1	16%	08 Minutes 11 Seconds	00008:12	0	Time Table Block
27	2	00040:34	13	7	53%	05 Minutes 48 Seconds	00040:41	89	No SIM block
27	3	00085:23	13	4	30%	21 Minutes 21 Seconds	00085:27	112	No SIM block
27	4	00000:47	12	2	16%	00 Minutes 24 Seconds	00000:49	37	Low ASR Block
28	1	00018:41	6	2	33%	09 Minutes 20 Seconds	00018:43	0	Time Table Block
28	2	00000:00	5	0	0%	0 Minutes	00000:00	86	No SIM block
28	3	00052:37	15	6	40%	08 Minutes 46 Seconds	00052:43	89	No SIM block
28	4	00014:46	52	6	11%	02 Minutes 28 Seconds	00014:52	63	Low ASR Block
29	1	00140:21	113	29	25%	04 Minutes 50 Seconds	00140:50	178	Low ASR Block
29	2	00048:49	6	5	83%	09 Minutes 46 Seconds	00048:54	331	Time Table Block
29	3	00013:22	16	5	31%	02 Minutes 40 Seconds	00013:27	0	Time Table Block
29	4	00032:13	17	5	29%	06 Minutes 27 Seconds	00032:18	0	Time Table Block
30	1	00137:32	74	25	33%	05 Minutes 30 Seconds	00137:57	76	Low ASR Block

Port	Sim	Conversation Minutes	Dialed calls #	Success calls #	ASR	ACD	Billing minutes	Accumulated daily work minutes	Sim Blocks
30	2	00038:59	10	5	50%	07 Minutes 48 Seconds	00039:04	162	No SIM block
30	3	00027:22	15	6	40%	04 Minutes 34 Seconds	00027:28	0	Time Table Block
30	4	57344:40	81	20	25%	02 Minutes 45 Seconds	42766:12	0	Time (Cost) Limit Block & Time Table Block
31	1	00179:23	80	27	33%	06 Minutes 39 Seconds	00179:50	96	Low ASR Block
31	2	00010:04	10	3	30%	03 Minutes 21 Seconds	00010:07	142	No SIM block
31	3	00032:53	13	7	53%	04 Minutes 42 Seconds	00033:00	0	Time Table Block
31	4	00027:33	14	4	28%	06 Minutes 53 Seconds	00027:37	0	Time Table Block
32	1	00000:00	0	0	0%	0 Minutes	00000:00	0	No SIM block
32	2	41208:26	61	49	80%	05 Minutes 56 Seconds	03623:35	238	Time (Cost) Limit Block
32	3	00026:05	22	4	18%	06 Minutes 31 Seconds	00026:09	0	Low ASR Block & Time Table Block
32	4	00117:47	51	17	33%	06 Minutes 56 Seconds	00118:04	0	Time Table Block

D.2 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL HG4000 HYPERMEDIA

Secuencia de llamada	1	2	3	4
Hora de recepción de llamada	2007-10-13 T 10:13:54	2007-10-13 T 10:30:02	2007-10-18 T 01:49:59	2007-11-20 T 11:38:03
Hora de inicio de marcación	2007-10-13 T 10:13:54	2007-10-13 T 10:30:02	2007-10-18 T 01:49:59	2007-11-20 T 11:38:03
Orig. Call	1234567892	7739058732	7734784217	99987965
No. Mercado Destino	0059399961994	0059398663353	0059395440614	5550000
Hora de inicio comunicación	2007-10-13 T 10:14:12	2007-10-13 T 10:30:21	2007-10-18 T 01:50:42	2007-11-20 T 11:38:03
Hora de fin de comunicación	2007-10-13 T 10:14:20	2007-10-13 T 10:36:17	2007-10-18 T 01:52:01	2007-11-20 T 11:38:40
Segundos de llamada	8	356	78	36
H.323 Remoto	83.123.236.40	85.240.234.24	85.240.234.24	201.219.11.88
RTP Remoto	207.62.3.6	85.240.234.27	85.240.234.27	201.219.11.88
RTP PORT	16202	30416	32166	1720
Canal VoIP	25	30	13	21
Remote Slot	6	6	3	5
Tipo Llamada: 0 = OUT 1 = IN	0	0	0	1
Cierre: 0 = Red 1 = Línea	1	1	0	1
No. Pack TxRTP	427	17823	3436	1227
No. Pack RxRTP	384	17627	1707	1227
No. Pack LostRTP	1	161	0	0
Razón Cierre	1f	10	10	10

Secuencia de llamada	5	6	7	8
Hora de recepción de llamada	2007-10-13 T 22:34:03	2007-10-09 T 09:40:55	2007-10-20 T 17:37:23	2007-10-20 T 07:31:48
Hora de inicio de marcación	2007-10-13 T 22:34:03	2007-10-09 T 09:40:55	2007-10-20 T 17:37:23	2007-10-20 T 07:31:48
Orig. Call	8478002663	7189990200	212345	9999
No. Mercado Destino	0059398411593	0059399273392	0059399917466	0059395727777
Hora de inicio comunicación			2007-10-20 T 17:37:35	2007-10-20 T 07:31:59
Hora de fin de comunicación	2007-10-13 T 22:34:06	2007-10-09 T 09:40:55	2007-10-20 T 17:38:29	2007-10-20 T 08:05:07
Segundos de llamada			53	1987
H.323 Remoto	85.240.234.24	83.111.115.10	85.240.234.24	83.123.236.40
RTP Remoto			85.240.234.27	83.123.236.73
RTP PORT			35940	17304
Canal VoIP	6	8	29	15
Remote Slot	1	1	7	3
Tipo Llamada 0 = OUT 1 = IN	0	0	0	0
Cierre 0 = Red 1 = Línea	1	1	0	0
No. Pack TxRTP	0	0	1455	98900
No. Pack RxRTP	0	0	152	98848
No. Pack LostRTP	0	0	0	15
Razón Cierre	11	2c	66	10

D.3 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL MULTI - CELL PRI GATEWAY

Secuencia de llamada	1	2	3	4
Puerto usado	19	5	12	14
SIM usado	1	4	2	1
Tipo de llamada	OUT	OUT	OUT	OUT
Tipo de canal	Voice	Voice	Voice	Voice
Identificación del SIM	8959301000111877319	8959301000109825677	8959301000111874210	8959301000111879277
Número marcado	85081000	994122969	92292180	99564289
Redireccionamiento		496939018532	34914726317	16463423752
Fecha de inicio de llamada	07-09-07 23:50:20 Th	07-08-31 01:03:45 Th	07-09-07 23:44:09 Th	07-09-07 23:40:48 Th
Fecha de conexión de llamada	07-09-07 23:50:22 Th	0:00:00	07-09-07 23:44:30 Th	07-09-07 23:40:57 Th
Fecha fin de llamada	07-09-07 23:50:30 Th	07-08-31 01:03:56 Th	07-09-07 23:52:27 Th	07-09-07 23:52:49 Th
Segundos de llamada	0.08	0	7.57	11.52
Causa de cierre			016	016
Causa de liberación	16	31		
RSSI [dBm]	-91	-81	-91	-85
Canal BCCH	144	139	142	139
Identificación del Operador	74001	74001	74001	74001

Secuencia de llamada	5	6	7	8
Puerto usado	23	17	26	3
SIM usado	3	3	2	4
Tipo de llamada	OUT	IN	OUT	OUT
Tipo de canal	Voice	Voice	Voice	Voice
Identificación del SIM	8959301000109829081	8959301000111878327	8959301000111878194	8959301000109827146
Número marcado	93250900	91778306	91269352	94068916
Redireccionamiento	50257259015			9999
Fecha de inicio de llamada	07-09-07 23:50:52 Th	07-08-31 22:03:19 Th	07-08-31 20:42:14 Th	07-08-31 21:46:54 Th
Fecha de conexión de llamada	07-09-07 23:50:54 Th	0:00:00	0:00:00	07-08-31 21:47:09 Th
Fecha fin de llamada	07-09-07 23:51:01 Th	07-08-31 22:03:19 Th	07-08-31 20:40:11 Th	07-08-31 22:27:01 Th
Segundos de llamada	0.07	0	0	39.52
Causa de cierre	016	034	042	016
Causa de liberación			021	
RSSI [dBm]	-89	-93	-85	-87
Canal BCCH	139	136	136	136
Identificación del Operador	74001	74001	74001	74001

D.4 EJEMPLOS DE REGISTROS DE UN CDR PROVENIENTE DEL QUINTUM VOIP MULTIPATH SWITCH

Secuencia de llamada	1	2	3	4
Número Marcado	59391281736	59399654421	59391211968	593995558185
Segundos de llamada	46	3665	1810	0
Fecha de inicio de llamada	20070831112547	20070831163847	20070831205435	20070831112712
Fecha conexión de llamada	20070831112604	20070831163906	20070831205447	
Fecha fin de llamada	20070831112650	20070831174011	20070831212457	20070831112726
Causa de cierre				31
Dirección IP H.323 Local	201.219.11.88	201.219.11.88	201.219.11.88	201.219.11.88
Dirección IP H.323 Remoto	83.123.236.44	85.240.234.28	83.123.236.72	83.123.236.44
Identificación de la troncal				
Tipo de canal (1=voice)	1	1	1	1
Tipo de número (1=Public)	1	1	1	1
Tipo de llamada entrante				
Canal VoIP desde la PSTN				
Tipo de llamada saliente	1	1	1	1
Canal VoIP desde la red IP	24	10	29	29
Fecha de <i>auto-switch</i>				
Duración <i>auto-switch</i>	0	0	0	0
Cantidad de eventos QoS	0	86	21	0
Bandera de <i>auto-switch</i>	0	0	0	0

Secuencia de llamada	5	6	7	8
Número Marcado	59391569292	59391924386	6002	593917711114480
Segundos de llamada	0	0	0	0
Fecha de inicio de llamada	20070831104715	20070831022506	20070831051951	20070831135716
Fecha conexión de llamada				
Fecha fin de llamada	20070831104751	20070831022541	20070831051951	20070831135729
Causa de cierre	111	21	34	31
Dirección IP H.323 Local	201.219.11.88	201.219.11.88	201.219.11.88	201.219.11.88
Dirección IP H.323 Remoto	85.240.234.28	85.240.234.27		85.240.234.27
Identificación de la troncal				
Tipo de canal (1=voice)	1	1	1	1
Tipo de número (1=Public)	1	1	1	1
Tipo de llamada entrante			1	
Canal VoIP desde la PSTN			2	
Tipo de llamada saliente	1	1		1
Canal VoIP desde la red IP	14	12		1
Fecha de <i>auto-switch</i>				
Duración <i>auto-switch</i>	0	0	0	0
Cantidad de eventos QoS	0	0	0	0
Bandera de <i>auto-switch</i>	0	0	0	0

ANEXO E

HOJAS DE DATOS DE LOS EQUIPOS

E.1 ESPECIFICACIONES DEL HG-4000 HYPERMEDIA

E.2 ESPECIFICACIONES DEL QUINTUM VOIP MULTIPATH *SWITCH*

E.3 ESPECIFICACIONES DEL E1/PRI ISDN MULTICELL

E.1 ESPECIFICACIONES DEL HG-4000 HYPERMEDIA



VoIP GSM Gateway HG-4000 Series

Optimized for medium to high volumes of call traffic

Product Overview

The VoIP GSM Gateway HG-4000 introduces new techniques for reducing telephony call costs.

Hypermedia's VoIP GSM Gateway provides superior voice technology for connecting IP-based telephone systems, soft switches, and IP-PBXs to GSM or CDMA networks. This professional VoIP GSM Gateway connects directly to the IP-based system using the existing IP/VoIP networks, and cost-effectively routes incoming and outgoing fixed line, PSTN, cellular and VoIP calls – all in one box.

Also available: a smaller, 8 to 24 channel VoIP GSM Gateway.

Reducing Call Rates to Cellular Networks

The VoIP GSM Gateway reduces local and international interconnection charges between fixed and mobile calls and capitalizes on mobile-to-mobile rates.

Given the system's flexibility, modularity and scalability, the VoIP GSM Gateway can easily expand to meet call traffic requirements and needs over time.

New Business Opportunities

Hypermedia's VoIP GSM Gateways are the ideal solution for anyone who would like to start a new termination business with minimum investment.

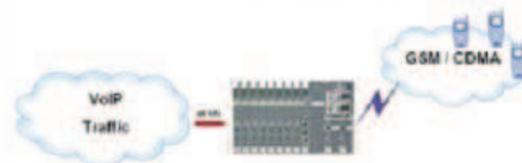
Target Users

HG-4000 series professional VoIP GSM Gateways are optimized for high volumes of call traffic. They are suitable for:

- Alternative carrier and service providers
- Call traffic terminators
- Telecom equipment distributors and resellers
- System and call-center integrators

Key Benefits

- VoIP to GSM gateway
- Scalable – from 32 to 72 simultaneous calls
- Fast return on investment (ROI)
- Optional ISDN-PRI interface
- Professional carrier-grade gateway
- Optimal solution for alternative carrier providers
- One point of contact for customer service
- Remote web-based management and control



The VoIP GSM Gateway is available with different add-on applications & services, including SMS server, call-back, call-through, CTI and more.



VoIP GSM Gateway HG-4000 Series

HyperGateway system specifications

Interfaces/protocols

PRi:	DSS1 (Q.931, national variants), E1/T1, TE/NT, CRC4/double frame – optional
BRI:	Optional
GSM:	Ericsson GR64, Wavecom Q24xx One antenna per four channels
CDMA:	Motorola C18
UMTS:	Motorola 3G mobile phones C975 and E1000
IP/Ethernet:	10/100 Base-T, RJ-45

Voice over IP

Voice compression:	GSM, G.723, G.729, G.711
Echo cancellation:	G.168
Signaling:	H323 (Q931, H245, RAS & RTP/RTCP), SIP (optional), QoS (RSVP, DiffServ)
Call setup:	Either integrated or on external server

Management & Control

Web-based management

Antenna

Omni-directional: 3dB, indoor antenna with a 3m cable

General

Dimensions:	482 x 266 x 280 mm (84HP x 6U x 280 mm)
Weight:	Minimum 7kg (based on the system configuration)
Housing:	19" rack-mountable
Power:	Max 230VA, 100-240VAC
Certification:	CE
Environmental temperature:	+5°C to +45°C
Humidity:	5% to 95% (non-condensing)

Note: technical data is subject to change without prior notice.

System Highlights

- 8 to 72 cellular channels
- Embedded VoIP – no need for any external VoIP gateway
- Multi-SIM – 4 SIM cards per channel
- Full support for GSM, CDMA and 3G networks
- Advanced LCR functionality & routing groups
- IP address and DDI pattern restrictions
- Remote SIM card re-charging
- Integrated antenna combiner
- Web-based management and control
- High voice quality
- Bi-directional calls
- Optional redundant power supply
- Fast and easy installation

Product Range

HG-4000 – 32 x VoIP to GSM channels
 HG-4000E/T – 60 x VoIP to GSM & E1/T1-PRI channels
 HG-4000SV – 60 x VoIP to GSM channels
 HG-4000FV – 72 x VoIP to GSM channels
 HG-4000C – 12 to 72 x VoIP to CDMA channels

*All GSM gateways are available with Multi-SIM (4 SIMs per channel).

E.2 ESPECIFICACIONES DEL QUINTUM VOIP MULTIPATH SWITCH

Tenor DX Series Multipath Switch



- Available with 2, 4, 6 or 8 T1/E1/PRI Spans
- Up to 120 VoIP channels
- Available in MultiPath or Gateway Configurations
- Support for external Quintum Call Routing Server*
- Support for external Quintum Tenor Monitor
- Support for external Remote Management Session Server*
- Intelligent Call Routing
- VoIP and Tandem Circuit Switching
- IVR/Radius AAA Compliant (Multilingual IVR)
- SelectNet™ Auto-Switching provides superior voice quality
- Integrated H.323 gatekeeper and SIP B2BUA for survivability**



The Tenor® DX MultiPath Switch offers unique flexibility for service providers who want to capitalize on cost effective, high-quality Voice over IP (VoIP). The Tenor integrates a gateway, a gatekeeper, intelligent call routing, and supports H.323 or SIP, and QoS all in a small solution.

Service providers can benefit from a variety of valuable applications such as VoIP Local Access, Wholesale VoIP, Termination, Calling Cards, Tandem Switching and Least Cost Routing. More intelligence means greater flexibility.

With its MultiPath Call Routing, the Tenor can intelligently route calls between the PBX, the PSTN, and the IP network to achieve the best combination of cost and quality. The Tenor can also route calls over IP to reduce costs, and then transparently "hop off" to the PSTN, to reach off-net locations. No other VoIP solution can match this flexibility.

Integrated VoIP and Circuit Switching

Intelligently switches calls between circuits (DS0s) and IP, between multiple circuits, and between IP endpoints.

Enhanced Interactive Voice Response (IVR)

Supports multiple user selectable languages and prompts.

Advanced Call Routing Support

Quintum's external Tenor VoIP Call Routing Server* provides scalable, centralized network routing control and administration for larger networks. Provides enhanced network-wide routing flexibility, including QoS routing, Least Cost Routing, Source-Based Routing, and extensive network routing statistics and report generation.

Network Management Support

Quintum's external Remote Management Session Server* helps lower maintenance costs through centralized provisioning, alarm monitoring, and troubleshooting.

MultiPath Architecture

Allows easy installation at the customer premise. Tenor is the only VoIP solution that can be installed without upgrades to the existing voice or data network.

More intelligence means less network congestion

With its PacketSaver™* Technology, the Tenor reduces bandwidth consumption up to 57%, by combining voice packets from several calls into a single packet to minimize bandwidth requirements.

More intelligence means better management

The Tenor comes with a set of easy-to-use configuration and management tools, including Tenor Configuration Manager (GUI) and Wizard, and the Tenor Monitor that offers realtime monitoring of alarms, call status and CDRs. Tenors can easily be remotely managed behind NAT firewalls utilizing the Tenor Remote Management Session Server* .

* Quintum product purchased separately.

** Not supported in initial software release.

Highside Telecom B.V.
Mechelaarstraat 17
4903 RE Oosterhout
The Netherlands

Tel +31(0)162 436 620
Fax +31(0)162 437 377
info@highside-telecom.net
www.highside-telecom.net



Tenor DX Series Multipath Switch



CALL MANAGEMENT FEATURES

- Automatic call type detection: Voice/Modem/Fax
- Answer and Disconnect Supervision
- Trunk group support
- Public and private dial plan support
- User programmable dial plan support
- Forced routing
- Pass-through support for calls to Toll-Free, local and Special services numbers (i.e., emergency services)
- Automatic appending and stripping of digits to dialled numbers
- Call Detail Records
- Least Cost Routing with external VoIP Call Routing Server*

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Telephony Specifications

- Voice algorithms: G.723.a and G.729ab, G.711
- Auto codec negotiation
- Fax support: Industry standard T.38 and Group III at 2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 14.4 Kbps
- Modem over IP
- Choice of 2, 4, 6, or 8 T1/E1/PRI Spans
- Standard RJ-45 Connectors
- Coding: A-law, μ -law
- Enhanced (Carrier Grade) Echo Cancellation: ITU Rec. G 168, up to 128 msec tail size
- PRI Signaling Protocols: National ISDN-2, Euro ISDN NET5, Japan INS-NET1500, KDD, 4ESS, 5ESS, DMS100
- T1 CAS (E&M, Loop Start, Feature Group-D, DTMF, MF)
- E1 CAS (R2 MF)
- DASS2
- Tandem/TDM switching
- Maximum Call Rate: 7,200 calls/hour
- VoIP to circuit, and circuit to circuit (Tandem/TDM) switching

IP Network Specifications

- LAN Interface: Fast Ethernet port (10/100 Base-T)
- Standard RJ-45 Interface (IEEE 802.3) for 10 Base-T or 100 Base-T connections
- QoS Support: IP TOS, DiffServ

VoIP Network Specifications

- H.323 v.3 Gateway and Integrated Gatekeeper
- SIP User Agent (RFC3261 compliant endpoint)
- SIP Back-to-Back User Agent (B2BUA)**
- SIP RFC2833 In-band DTMF signaling
- SIP Refer Method Support
- IVR/RADIUS server support for AAA with integrated multilingual IVR
- Adaptive Voice Activity Detection (VAD) with Comfort Noise Generation (CNG)
- Adaptive Jitter Buffer
- Packet Loss Compensation
- NATAccess™
- Security: IP Filtering
- Up to 120 simultaneous VoIP calls

Configuration/Management

- Tenor Configuration Manager (GUI) for configuration of remote individual Tenors
- Tenor Monitor (GUI) for alarm monitoring, call monitoring and CDR monitoring
- SNMPv2 Agent
- Command Line Interface

GENERAL SPECIFICATIONS

Dimensions (1U High Chassis)

- W 17 3/8" x H 1 3/4" x D 10 3/4"
- W 44.5cm x H 4.5cm x D 27.6cm
- Maximum weight: 8.25 lbs (3.75kg)
- AC Power: 100-240 Volts AC, 50/60 Hz, 50 watts
- Operating temperature: 40° - 104° F (5° - 40° C)

- Operating humidity: 20% - 80% non-condensing
- Telco: FCC Part 68, TS-016, TBR4, TS-038, CS03
- EMC: FCC Part 15, EN55022 EN55024, EN61000-2-3, EN61000-3-3
- Safety: UL60950, AS/NZS60950, EN60950

E.3 ESPECIFICACIONES DEL E1/PRI ISDN MULTICELL

E1/PRI ISDN MultiCell - V3.5

PRI -ISDN GSM Cellular Gateway
E1 with 30 GSM Cellular Channel Interfaces
(PRI) of Public or Private Integrated Services Digital
Networks (ISDN).

PRODUCT DESCRIPTION

ISDN - PRI - E1/T1,
 GSM 900 /1800 Mhz 800/1900 Mhz 850/1900 Mhz
 SIM Module based (Wismo Quik by Wavecom)
 CDMA 1X 800 / 1900 Mhz (C-18 by Motorola)

The 3U 19in E1 PRI gateway connects to the PRI ISDN line, includes 32 channels, eight antenna combiners, 128 SIMs, four SIMs per port, making it a highly effective cost-reducing, call-routing system. The embedded LCR may be programmed to route calls according to prefixes, timetable, and grouping or per number of calls, allowing users to take advantage of the lowest tariffs accessible.

The unit is designed for ISDN , PBX's for carriers and distributors, for medium to large size companies with the need for a high level of control for each cellular call.

FEATURES & HIGHLIGHTS

- Real Money saving product, by pass the landline network
- Up to 30 GSM or CDMA calls at the same time.
- The interface on the USER Side is 30 x GSM Wireless links.
- ISDN , PRI Module system 6, 10, 14, 18, 22, 26 or 30 channels .
- PRI - E1/T1 Interfaces ISDN network (terminal or network Side) .
- Can be configured as NT or TE.
- For GSM, Wavecom Wismo Modules, supports all bands 900 /1800 or 850 /1900 MHz Simens is optional
- For CDMA 1X, with C-18 by Motorola supports dual band 800/1900 MHz
- Smart Least Cost Routing.
- Up to 4 SIMs per channel 128 Sim for a full 32 ports system
- High Call Quality -supports EFR .
- Compact , Small size , 3U , 19 " Rack mount system.
- Antenna Combiner of 8X1 is optional , 4 Antennas only.
- Hot Swappable with an easy access from the front. This allows the user to replace SIMs card during the operation of the Unit.
- All maintenance functions executable while SIM cards are in service.
- Remote Control via Local PC, or remote control via Modem is optional.
- Disable caller ID. May be programmed to block caller ID presentation.
- Plug-And-Play, Quick installation and you are on your way to start saving Money.
- Provides accurate billing information for "answer supervision" and " disconnect supervision" is optional on the software. Any SIM may be programmed to switch at a specific time, day in a week, by length of time /minutescalled.

- Provides voice echo cancellation.
- User may assign a timeout for each SIM and disconnects automatically each SIM.
- User may connect and disconnect any particular SIM.
- Last configuration, status and activity on one screen, Incomplete call.
- High traffic capability, 30 calls simultaneously, access time to the Network is very short
- 30 GSM or CDMA channels, 8+8 boards and 4 cellular Modules resides on each of the 8 boards.
- Use may mix GSM and CDMA module on same system.
- 120 SIMs for a fully loaded GSM unit, 4 SIMS per channel.
- Wronging for a missed call .
- Alarms: An alarm shall be displayed for the following reasons:
 1. Invalid SIM Card
 2. Unregistered SIM Card
 3. Faulty SIM Card
 4. Faulty GSM Module
 5. GSM Access Card Out of Range
 - Automatically detection for a defective SIM card.
 - System generates detailed statistic data on all incoming and outgoing calls
 - This fine product is a results of a joint venture project (for the Tetra cellular phone) between Motorola Communication Ltd . and Eurotech Communication Ltd.
 - Port kill and Port hunting
 - Enhanced CDR's 12 fields, 32,000 call records of CDR's storages inside the unit.
 - Full control of downloading to PC of CDR's by # of records or period of time.
 - Full Remote control of the unit via IP

WORLD WIDE SUPPORT:

World-wide signaling protocols with a network selection as follow:

- European-wide ISDN signaling (CCITT recommendations I.431, Q.921, Q.931 and ETS Standards 300 011, ETS 300 125, ETS 300 102-1 and ETS 300 156)for voice and data, including the following network operators chosen at Configuration time on a per line base:
 - All EuroISDN (NET 5) carriers (Austria, Belgacom, Denmark, Holland, Italy, Norway, Portugal, Spain, Sweden...).
 - France Telecom Euro - Numeris delta
 - KDD ISDN (Japan),
 - Deutsche Telecom 1TR6 and Euro - ISDN with German delta.
 - British Telecom ISDN -30
 - NTT INS- 1500 (Japan)
 - Telecom Australia Austell
 - USA carriers ISDN Signaling (National ISDN-2, Northern Telecom DMS,AT&T 5E5 and 5E10)
 - Signaling for ECMA Q.SIG basic call is also supported and can be selected as a network operator.
 - Clock and synchronization controlfor various configurations including PBX line card (Trunk mode), multi-trunk terminal equipment's, Indication of events occurring at layer 1 is provided by CCITT error information.
 - CAS A, B,C,D bits processing is supported

TECHNICAL SPECIFICATIONS:

- Number of E1 Interface: One
- Conformity: G.703
- Frame Structure: As per ITU-T (CCITT) G.704
- Signaling: European - wide ISDN signaling (CCITT Recommendations I.431, Q.921, Q.931 and ETS standards 300011, ETS 300125, ETS 300102-1 and ETC300156)
- Connector: RJ45 (120 Ohms Impedance, Standard)
Optional 75 (BNC), 100 (T1/J1) Ohm.

POWER SUPPLY CARD:

- Input 100 - 240 VAC
- Output 5VDC - 30A
12VDC - 5A

GSM ACCESS CARD:

- Type Dual Band EGSM 900 MHz and EGSM 1800 MHz 850MHz and 1900 MHz.
Compliant with ETSI GSM Phase 2+ standards (Normal MS)
Class 4 (2W @ 900 MHz)
Class 1 (1W @ 1800/1900 MHz)
- Approvals Fully Type Approved to GSM Standards
- SIM Interface Internal Tray Toolkit Class 2 3V Reader
- Voice Features Full Rate, Enhanced Full Rate And Half-Rate (FR/EFR/HR)
- DTMF DTMF Dialing Support

CDMA ACCESS CARD:

Type CDMA 1X 800/1900 Mhz and AMPS 800MHz
Supports AGPS

Module: C- 18 by Motorola

Current Consumption: Talk 400 –500 mA
Standby 50-100 mA.

DTMF DTMF Dialing Support

MECHANICAL SPECIFICATIONS:

Rack Mounting	Standard 19 Inch. DIN Rack
Height	3U (265mm)
Depth	290 mm
Width	19 Inch. (477mm)
Weight	5 - 10 Kg

ANEXO F

DEFINICIONES DEL MARCO REGULATORIO DE ECUADOR

DEFINICIONES DEL MARCO REGULATORIO DE ECUADOR

Concesión: Es la delegación del Estado para la instalación, prestación y explotación de los servicios a los cuales se refiere la ley; así como para el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, mediante la suscripción de un contrato autorizado por el CONATEL y ejecutado por el Secretario Nacional de Telecomunicaciones, con una persona natural o jurídica domiciliada en el Ecuador. Art. 72, R.G.L.E.T.R.

Concesionario de Servicio Final de Telefonía Fija (CSFTF): Persona natural o jurídica que cuenta con un título habilitante para la prestación de servicios de telefonía fija. Art.3, R.S.T.L.D.I.

Concesionario de Servicio Final Móvil (CSFM): Persona natural o jurídica que cuenta con un título habilitante para la prestación de servicios móviles (STMC, SMA, etc.). Art.3, R.S.T.L.D.I.

Conexión: Se define la conexión como la unión, a través de cualquier medio, que permite el acceso a una red pública de Telecomunicaciones desde la infraestructura de los prestadores de los servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas, cuyos sistemas sean técnicamente compatibles. Art. 35, R.G.L.E.T.R.

Homologación: Verificación del cumplimiento de las normas técnicas en un equipo terminal. Glosario del R.G.L.E.T.R.

Interconexión: Es la unión de dos o más redes públicas de Telecomunicaciones, a través de medios físicos o radioeléctricos, mediante, equipos e instalaciones que proveen líneas o enlaces de Telecomunicaciones que permiten la transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos e información de cualquier naturaleza entre usuarios de ambas redes, en forma continua o discreta y bien sea en tiempo real o diferido. Art. 34, R.G.L.E.T.R.

Línea Nueva: Línea telefónica, cuyo servicio se activa por primera vez. No se incluye en esta definición a las líneas reinstaladas ni reutilizadas, pero sí a aquellas que utilicen la tecnología IP para brindar servicios. Art. 1, Resolución 451-19-CONATEL-2008.

Línea Telefónica: Canal o circuito de comunicación del servicio de telefonía fija. Art. 1, Resolución 451-19-CONATEL-2008.

Línea Reinstalada: Línea telefónica, cuyo servicio ha sido interrumpido definitivamente y vuelto a activar al mismo abonado. Art. 1, Resolución 451-19-CONATEL-2008.

Línea Reutilizada: Línea telefónica, cuyo servicio ha sido interrumpido definitivamente y vuelto a activar a otro abonado. Art. 1, Resolución 451-19-CONATEL-2008.

Permiso: Es un título habilitante mediante el cual la Secretaría, previa decisión del CONATEL, autoriza a una persona natural o jurídica para operar una red privada o prestar servicios de valor agregado. Art. 78, R.G.L.E.T.R.

Red Pública de Telecomunicaciones: Toda red de la que dependa la prestación de un servicio final o portador será considerada una red pública de Telecomunicaciones. En este caso, para el establecimiento y operación de redes públicas de Telecomunicaciones se requiere ser titular de un título habilitante de servicios portadores o finales. Art. 13, R.G.L.E.T.R.

Redes Privadas: Son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control. Su operación requiere de un título habilitante. Una red privada puede estar compuesta de uno o más circuitos arrendados, líneas privadas virtuales, infraestructura propia, o una combinación de éstos, conforme a los requisitos establecidos en los artículos siguientes. Dichas redes pueden abarcar puntos en el territorio nacional y en el extranjero. Una red privada puede

ser utilizada para la transmisión de voz, datos, sonidos, imágenes o cualquier combinación de éstos. Art. 14, R.G.L.E.T.R.

Servicios finales de telecomunicaciones: Son aquellos servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones del equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación. Forman parte de estos servicios, inicialmente, los siguientes: telefónico rural, urbano, interurbano e internacional; videotelefónico; telefax; burofax; datafax; videotex, telefónico móvil automático, telefónico móvil marítimo o aeronáutico de correspondencia pública; telegráfico; radiotelegráfico; de télex y de teletextos. También se podrán incluir entre los servicios finales de telecomunicación los que sean definidos por los organismos internacionales competentes, para ser prestados con carácter universal. Art. 8, L.E.T.R.

Servicios Portadores: Son aquellos que proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red. Estos servicios pueden ser suministrados a través de redes públicas conmutadas o no conmutadas integradas por medios físicos, ópticos y electromagnéticos. Art. 7, R.G.L.E.T.R.

Servicios de Valor Agregado: Son aquellos que utilizan servicios finales de Telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información. Art. 11, R.G.L.E.T.R.

Servicios públicos: Son aquellos respecto de los cuales el Estado garantiza su prestación debido a la importancia que tienen para la colectividad. Se califica como servicio público a la telefonía fija local, nacional e internacional. El CONATEL podrá incluir en esta categoría otros servicios cuya prestación considere de fundamental importancia para la comunidad. Art. 4, R.G.L.E.T.R.

Servicio al público: Son aquellos respecto de los cuales el Estado no garantiza su prestación pero velará por su calidad. Su puede incluir a la telefonía móvil y a la televisión por cable entre otros dentro de estos servicios.

Servicios de telefonía: Forma de telecomunicación destinada principalmente al intercambio de información por medio de la palabra. Glosario del R.G.L.E.T.R.

Silencio Administrativo: Figura que se da en las empresas públicas, en donde hay ciertos plazos para cumplir con una solicitud. Si no existe respuesta a la petición en el plazo establecido, se asume que la solicitud ha sido aceptada.

Subsidios cruzados: Es el mecanismo mediante el cual, se canalizan excedentes de ingresos provenientes de la explotación de servicios prestados con amplia rentabilidad, hacia otros servicios, con el propósito de financiar parte de sus costos. Glosario del R.G.L.E.T.R.

Terminal de Telecomunicaciones de Uso Público: Equipo que permite al público en general acceder, a través de medios alámbricos o inalámbricos, a una o más plataformas de un servicio final de telecomunicaciones, uno o más componentes del servicio concesionado (Voz, datos, o información de cualquier naturaleza), que permite cualquier modalidad de cobro o tasación y que permite establecer comunicaciones nacionales o internacionales salientes o entrantes. Estos terminales pueden explotarse en forma individual o agrupados en cabinas públicas, locutorios o cualquier otra modalidad. Art. 3, R.P.S.F.T.P.

GLOSARIO

GLOSARIO

Best effort: El término “el mejor esfuerzo” describe un servicio de red, la cual no garantiza que los datos serán entregados ni ofrece alguna prioridad o nivel de calidad de servicio. En este tipo de red los datos pueden no especificar la velocidad de transmisión ni un tiempo de llegada. Al eliminar características como recuperación de datos perdidos o dañados y pre-asignación de recursos, la red opera más eficientemente además de contar con nodos de red más baratos. ^[115]

Channel Associated Signaling (CAS): La señalización asociada al canal transporta información de usuario, señalización y sincronización.

Common Channel Signaling: Este tipo de canal compartido sirve para controlar varios canales de comunicación. El más conocido es el SSSC7 (SS7) del CCITT, siendo usado por un amplio sector de la telefonía pública.

Efecto chopping: Cuando un supresor de eco está en el modo de supresión, introduce una atenuación importante en el trayecto de retorno; esta atenuación no sólo suprime el eco, sino que impide que las palabras pronunciadas por uno de los interlocutores lleguen al otro cuando ambos hablan simultáneamente (lo que se designa por “habla simultánea” o efecto *chopping*).

Gap: Vacío o intervalo sin información.

IN (Intelligent Network): Arquitectura de control de red, que permite al operador la incorporación de nuevos servicios y facilidades de manera rápida, flexible y económica.

Interoperatividad: Interconexión entre distintos operadores o con distinta tecnología. ^[116]

MOS (Mean Opinion Score): Es una medida cualitativa que asigna un valor a la calidad de la llamada en toda la red. La medida tiene en cuenta tanto al codec como los efectos de la red. El valor de MOS real ha sido determinado en un

ejercicio estadístico, un gran número de personas escuchando la misma llamada y valorándola de 1 a 5. Pueden darse datos MOS total o por llamadas.

PER (*Packed Encoding Rules*): Son normas de Codificación de Paquetes.

PLC (*Packet Loss Concealment*): Técnica basada en las muestras de voz previas, en la que el decodificador predice las tramas de voz consideradas pérdidas.

RFID (*Radio Frequency IDentification*): Es un sistema de almacenamiento y recuperación remoto de datos a través de dispositivos denominados etiquetas, transponders o tags RFID.

El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (*Automatic Identification*).

RSVP (*Resource ReSerVation Protocol*): Para cada una de las aplicaciones, el receptor envía un requerimiento de reserva de recursos a la red y ésta podría o bien aceptar o rechazar el pedido; es válido tanto para entornos *unicast* como *multicast* y para aplicaciones que requirieran diferentes niveles de QoS.

Streaming: Es la capacidad de distribución de contenido multimedia, con la característica de poder visualizar estos contenidos mientras esa información está siendo transmitida por la red. Básicamente cualquier sistema de *streaming* estará formado por: compresión, transmisión y *buffering*.

Uptime: Es una medida del tiempo que un sistema de comunicaciones está “arriba” y en funcionamiento. ^[117]

VAD: Técnica de supresión de silencio.

Velocidad “sin-bloqueo” (Arquitectura sin bloqueo): Término utilizado para describir equipos de elevada capacidad de conmutación, lo que permite una velocidad máxima de datos para todos los puertos, proporcionando un sistema de alto rendimiento.