

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE PORTABILIDAD NUMÉRICA EN UNA COMPAÑÍA OPERADORA DE TELEFONÍA FIJA

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

FRANCO JUNIOR DÁVILA ARELLANO

PROMOCIÓN

2010 - I

LIMA – PERÚ

2014

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE PORTABILIDAD NUMÉRICA
EN UNA COMPAÑÍA OPERADORA DE TELEFONÍA FIJA**

SUMARIO

En el presente trabajo se muestran las consideraciones y pasos a seguir para la implementación de una plataforma de portabilidad numérica en una compañía operadora de telefonía fija. Se explican los conceptos básicos a tener en cuenta para realizar el análisis de tráfico y entender los tipos de interconexiones usadas para integrar la plataforma en la red de telefonía del operador. Se realiza el análisis cuantitativo y cualitativo de las posibles soluciones a implementar con el fin de atender los nuevos requerimientos de disponibilidad de servicio; asimismo, se resaltan las ventajas de emplear una solución basada en software libre como alternativa a las soluciones propietarias existentes en el mercado, traducéndose en la reducción significativa de costos en la ejecución del proyecto, manteniendo o mejorando la calidad de servicio que presta la empresa. A su vez se busca una técnica de enrutamiento que permita minimizar la carga de procesamiento de la plataforma, dejando capacidad suficiente para desarrollar sobre ella otros servicios de valor agregado en un futuro. Para la realización de este trabajo, se estudia la red actual de la empresa y se recolecta la información respecto al tráfico total generado por sus clientes hacia destinos de telefonía fija y móvil, servicios públicos sobre los cuales se implementa la portabilidad numérica en el país, luego el trabajo se enfoca en la solución elegida, describiendo la metodología empleada para la selección del equipamiento y del software, configuración, puesta en producción y cronograma de actividades. Finalmente, se realiza el análisis de costos y la evaluación económica financiera que sustenta la elección de la solución más conveniente para la empresa.

DEDICATORIA:

A Dios por guiar mi camino.

*A mi familia en especial a mis amados padres
Gloria y Baldomero que con su sacrificio
hicieron posible que yo pueda llegar a esta
etapa importante de mi carrera.*

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del Problema	3
1.2 Objetivo del Trabajo.....	5
1.3 Evaluación del Problema	6
CAPÍTULO II	
ASPECTOS TEÓRICOS DE TELEFONÍA Y SOFTWARE LIBRE	7
2.1 Estructura general de la PSTN	7
2.2 Señalización.....	9
2.2.1 Tipos de señalización	9
2.2.2 Sistema de señalización SS7.....	13
2.2.3 Arquitectura SS7	14
2.3 Protocolos de Voz Sobre IP.	23
2.3.1 Protocolos de digitalización de voz	23
2.3.2 Protocolo RTP.....	25
2.3.3 Protocolo SIP	26
2.4 Concepto y aplicaciones de Software Libre.	28
2.4.1 Definición de Software	28
2.4.2 Concepto de Software Libre	29
2.4.3 Sistema Operativo CentOS.....	31
2.4.4 Asterisk.....	32
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	36
3.1 Determinación de la demanda de tráfico	36
3.2 Alternativas de solución disponibles en el mercado.....	43
3.2.1 Propuesta Huawei.....	44
3.2.2 Propuesta Acanto.....	45

3.3	Solución del problema.....	46
3.3.1	Primeras Implementaciones	46
3.3.2	Concepto básico de la solución	47
3.3.3	Especificaciones técnicas del equipamiento y del software instalado	53
3.3.4	Implementación de la plataforma de portabilidad.....	56
3.3.5	Cronograma de implementación.....	60
CAPÍTULO IV		
	COSTO DEL PROYECTO	64
4.1	Evaluación económica y financiera	64
4.2	Costo de inversión del proyecto (CAPEX).....	65
4.3	Costo de operación del proyecto (OPEX).....	66
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONESS.....	67
	BIBLIOGRAFIA.....	69
ANEXO A		
	LEY N° 29956	70
ANEXO B		
	RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DE SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN 7....	72
ANEXO C		
	EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE IMPLEMENTACIÓN DE PORTABILIDAD.	82
ANEXO D		
	DEFINICIONES RFC 3261	89
ANEXO E		
	DEFINICIONES RECOMENDACIÓN ITU Q.763	95
ANEXO F		
	CONFIGURACIÓN DE ASTERISK.....	101
ANEXO G		
	CONFIGURACIÓN DE AGI DE PORTABILIDAD.....	106

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACK: Acknowledge

ACM: Address Complete Message

ACR: Absolute Category Rating

AGI: Asterisk Gateway Interface

ALT: Autonomous Line Terminating Unit

ANI: Automatic Identification Number

ANM: Answer Message

ANS: Access Node Switch

ANSI: American National Standards Institute

ARQ: Admission Request

ASCII: American Standard Code Information Interchange

ASE: Application Service Element

AstDB: Asterisk Database

ATM: Asynchronous Transfer Mode

BNC: Bayonet Neill-Concelman

CAS: Channel Associated Signalling

CBR: Constrained Based Routing

CCITT: Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico

CCS: Common Channel Signalling

CCSS7: Common Channel Signalling System 7

CDC: Centros de Comunicaciones

CDR: Call Detail Report

CD-ROM: Compact Disc Read Only Memory

CPG: Call Progress Signal

CSB: Circuit Switch Block

CTU: Clock and Tone Unit

DAHDI: Digium/Asterisk Hardware Device Interface

DRQ: Disengage Request

DPC: Destination Point Code

DSU: Data Service Unit

DTMF: Dual-Tone Multifrequency

DVD-ROM: Digital Video Disc Read Only Memory

ENUM: Telephone Number Mapping

ERL: Echo Return Lost

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

FDM: Frequency Division Multiplexing

FEC: Forwarding Equivalent Class

FTP: File Transfer Protocol

FXO: Foreign Exchange Office

FXS: Foreign Exchange Subscriber

GIF: Graphics Interchange Format

GNU: GNU is Not Unix

GPL: General Public License

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

IAM: Initial Address Message

IAX: Inter Asterisk Exchange protocol

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF: Internet Engineering Task Force

IMS: IP Multimedia Subsystem

IMX: IP Multimedia Exchange

INAP: Intelligent Network Application Part

IP: Internet Protocol

IPv4: Internet Protocol version 4

IPv6: Internet Protocol version 6

ISC: International Softswitch Consortium

ISDN: Integrated Services Digital Network

ISDN-PRI: ISDN-Primary Rate Interface

ISO: International Standards Organization

ISP: Internet Service Provider

ISUP: ISDN User Part

ITT: International Telephone & Telegraph

ITU: International Telecommunication Union

ITU-T: ITU- Telecommunication Standardization Sector

IVR: Interactive Voice Response

JPEG: Joint Photographics Experts Group

LAN: Local Area Network

LDI: Larga Distancia Internacional

LDN: Larga Distancia Nacional

LED: Lyquid Crystal Display

LRQ: Location Request

MAC: Media Access Control

MAP: Mobile Application Part

MCU: Multipoint Control Unit

MDF: Main Distribution Frame

MGCP: Media Gateway Control Protocol

MOS: Mean Opinion Score

MPEG: Moving Pictures Experts Group

MP-MLQ: Multipulse Maximum Likelihood Quantization

MSX: Multiprotocol Session Exchange

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

MTP: Message Transport Part

MSC: Mobile Switching Center

MSU: Message Signal Unit

MySQL: My SQL, Structured Query Language

NAT: Network Address Translation

NCP: Network Control Points

NGN: Next Generation Networks

NIC: Network Interface Card

OMAP: Operation Maintenance and Administration Part

OPC: Origination Point Code

OSI: Open System Interconnection

PBX: Private Branch Exchange

PABX: Private Automatic Branch Exchange

PCM: Pulse Code Modulation

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy

PRI: Primary Rate Interface

PSB: Packet Switch Block

PSTN: Public Switched Telephone Network

PSU: Power Supply Unit

QoS: Quality of Service

RADIUS: Remote Authentication Dial In User Service

RAS: Registration Admission Status

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados

REL: Release

RFC: Request for Comments

RLC: Release Complete

RRQ: Registration Request

RSM: Real time Session Management

RSVP: Resource Reservation Protocol

RTCP: Real Time Control Protocol

RTP: Real Time Protocol

SAM: Subsequent Address Message

SCCP: Signalling Connection Control Point

SCP: Service Control Point

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

SDL: Signalling Data Link

SDP: Session Description Protocol

SER: SIP Express Router

SIP: Session Initiation Protocol

SNF: Signalling Network Functions

SL: Signalling Links

SLA: Service Level Agreements

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

SO: Sistema Operativo

SP: Signalling Point

SSN: Sub System Number

SS7: Signalling System N° 7

SSP: Service Switching Point

STM: Synchronous Transport Module

STP: Signal Transfer Point

TC: Transaction Capabilities

TCAP: Transaction Capabilities Application Part

TCP: Transmission Control Protocol

TDM: Time Division Multiplexing

ToS: Type of Service

TTL: Time to Live

TUP: Telephony User Part

UA: User Agent

UAC: User Agent Client

UAS: User Agent Server

UDP: User Datagram Protocol

UIT-T: Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

UMG: Universal Media Gateway

UP: User Part

URQ: Unregister Request

VAD: Voice Activity Detection

VAU: Voice Announcement Unit

VLAN: Virtual Local Area Network

VoD: Video on Demand

VoIP: Voice over Internet Protocol

VPN: Virtual Private Network

WAN: Wide Area Network

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abonado portado: Abonado traspasado a un nuevo operador conservando su número telefónico.

Acknowledge: Acuse de mensaje recibido.

Adaptador ATA: Dispositivo utilizado para conectar uno o más teléfonos analógicos estándar a un sistema de telefonía digital.

All Query: Técnica de consulta de todas las llamadas a un servidor de portabilidad.

Bind: Conexión entre canales lógicos en una central Asterisk.

Bit: Unidad mínima de información.

Callerid: Número telefónico de identificación del interlocutor llamante que se transmite en una llamada telefónica.

CentOS: Community Enterprise Operating System. Distribución de Linux basada en la versión creada por Red Hat.

Central telefónica clase 4: Central que ofrece servicios de telefonía a larga distancia a través de interconexiones con otras centrales Clase 4. No atiende directamente a abonados pero puede interconectarse con centrales Clase 5.

Central telefónica clase 5: Central que atiende directamente a abonados.

Códec: Abreviatura de “codificador-decodificador”. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos o una señal

Core de conmutación: Describe la red formada por las centrales telefónicas clase 4 y 5 de una compañía operadora de telefonía.

Dialplan: Establece la secuencia esperada de dígitos que el usuario de una central telefónica debe discar.

Frame Relay: Técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual.

Linkset: Grupo de links de señalización entre dos puntos de señalización

Linux: Sistema operativo de software libre basado en UNIX.

Peer-to-peer: Red de computadoras que actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red.

Red Hat Linux: Distribución Linux creada por Red Hat.

Release: Mensaje ISUP que indica liberación de llamada.

Softphone: Software que es utilizado para realizar llamadas telefónicas.

Softswitch: Dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura NGN (Next Generation Network), encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP).

Software libre: Denominación del software que respeta la libertad de todos los usuarios que adquirieron el producto y, por tanto, una vez obtenido el mismo puede ser usado, copiado, estudiado, modificado, y redistribuido libremente.

Tándem: Central telefónica de clase 4.

Transcoding: Conversión de un códec a otro.

Transfer prohibited: Mensaje de MTP3 que indica incapacidad para enrutar mensajes a un destino afectado.

Trunk: Conjunto de canales de voz en una interconexión telefónica.

INTRODUCCIÓN

La portabilidad numérica brinda al usuario final la posibilidad de cambiar de ubicación física dentro de un mismo departamento o de cambiar de proveedor de servicio telefónico sin la necesidad de cambiar su número, esto le permite contar con una facilidad para optar libremente y sin restricciones por un nuevo proveedor que le pueda ofrecer mejores ofertas, mejores tarifas, mejor tecnología, mejor calidad de servicio, mayor cobertura, entre otros, sin la desventaja de incurrir en gastos en la publicidad de un nuevo número telefónico asignado y evitando la incomodidad de actualizar agendas por parte de los contactos del usuario .

Asimismo, la portabilidad numérica es sin duda un factor que incentiva la competencia en los servicios de telecomunicaciones dado a que representa una oportunidad importante para que las compañías operadoras de telefonía nacionales diseñen nuevas estrategias de negocio basadas en mejores prestaciones de servicio a fin de captar la mayor cantidad de clientes.

En el Perú, se inició la portabilidad numérica en el servicio público móvil en el año 2010, en el proceso participan actualmente tres concesionarios del servicio público móvil que son América Móvil Perú S.A.C., Nextel del Perú S.A. y Telefónica Móviles S.A.

Según los reportes elaborados por el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) desde el inicio de la portabilidad móvil hasta diciembre de 2012, se han registrado 203,809 solicitudes de portabilidad en total y 151,521 líneas fueron portadas efectivamente. En la figura 1 se muestra la evolución de la cantidad de solicitudes de portabilidad y la cantidad de líneas portadas desde el inicio de este mecanismo hasta diciembre de 2012.

Por otro lado, el Congreso de la República mediante la ley N° 29956, véase anexo A, estableció el derecho de portabilidad numérica en los servicios de telefonía fija, la cual debe ejecutarse de manera gradual a nivel nacional culminando el proceso a mas tardar el 28 de julio del 2014. Asimismo, esta ley delega al Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel) la responsabilidad de determinar las condiciones técnicas,

económicas y administrativas que requiere la implementación de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija.

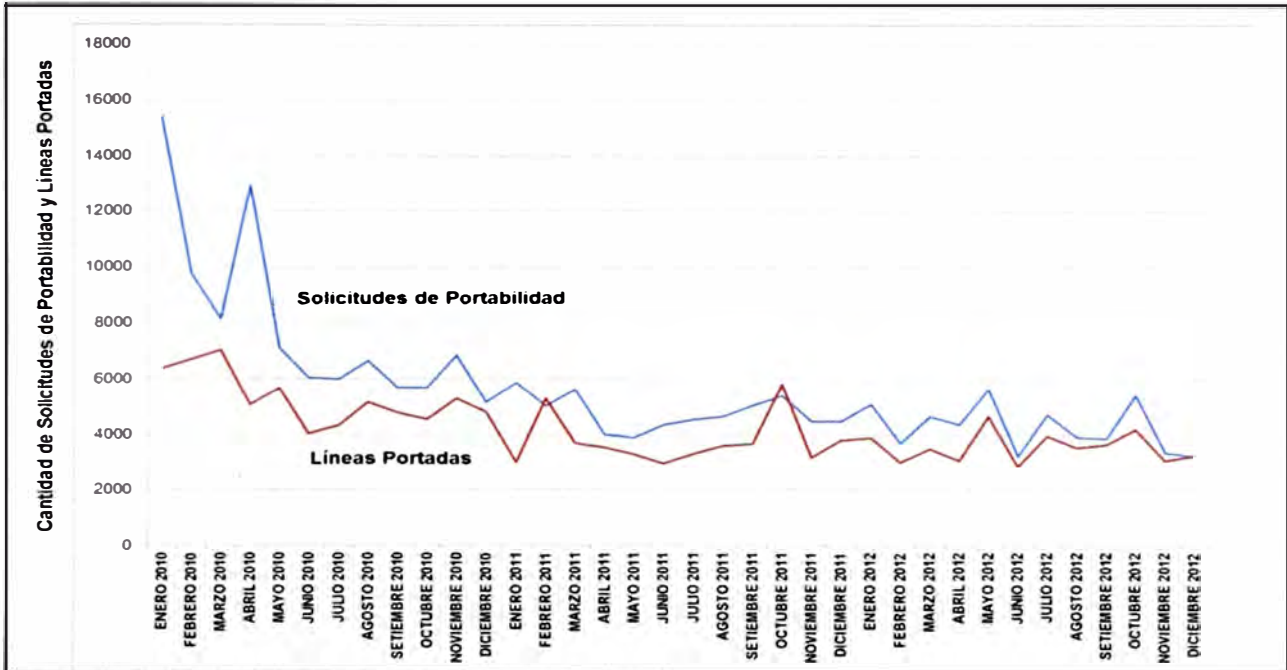


Figura 1: Diagrama de evolución de cantidad de solicitudes de portabilidad y líneas portadas.

Fuente: OSIPTEL, Informe N° 532-GPRC/2013, p. 4

Con la finalidad de cumplir lo establecido por la ley N° 29956, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones modifica los planes técnicos fundamentales de numeración y señalización y además establece el plan general de implementación de la portabilidad numérica en el servicio público de telefonía fija. Estas nuevas directivas conllevan a que las compañías operadoras de telefonía se vean en la necesidad de definir nuevas metodologías para asegurar el enrutamiento y establecimiento correcto de las llamadas originadas por sus clientes.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

Americatel Perú S.A, es una empresa de telecomunicaciones que comienza a operar desde el año 2002 ofreciendo servicios de larga distancia, telefonía fija, internet, transmisión de datos y servicios TI. Con respecto al servicio de telefonía fija en el departamento de Lima, a marzo del 2013 contaba con 34256 líneas en servicio, representando el 1.90% del total de líneas, véase tabla 1.1.

Tabla 1.1 Distribución de líneas de telefonía fija por operador en Lima

COMPAÑÍA	LÍNEAS EN SERVICIO	PORCENTAJE
Telefónica del Perú	1267344	70,32
Telefónica Móviles	178613	9,91
Americatel	34256	1,90
Level 3	5875	0,33
América Móvil	312288	17,33
Convergía	1631	0,09
Infoductos y Telecom	553	0,03
Gilat To Home	558	0,03
Telefónica Andina S.A.	223	0,01
Nextel	754	0,04
Valtron	52	0,00
Telefónica Multimedia	1	0,00

Fuente: Elaboración propia en base a indicadores OSIPTEL

Dado a que la empresa no brinda servicios de telefonía móvil, la aplicación de la portabilidad numérica en dicho servicio no significó impactos mayores en el esquema general de enrutamiento de llamadas aplicados en el core de conmutación; sin embargo, si surgió la necesidad de contar con una plataforma externa donde se pueda consultar el operador al cual pertenecía un determinado número móvil con el cual se deseaba establecer una llamada.

Por otro lado, para la implementación de la portabilidad numérica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones realiza modificaciones en el Plan Técnico Fundamental de Señalización específicamente en el numeral 7.2, en el cual define el código identificador de enrutamiento de portabilidad numérica, información a ser intercambiada por los operadores en el primer mensaje de señalización IAM anteponiéndolo al número discado por los usuarios. Según el destino de la llamada el formato a seguir son los siguientes:

- a) Para los concesionarios de los servicios públicos de telefonía móvil, comunicaciones personales y canales múltiples de selección automática, el formato a ser aplicado para el intercambio de información en la señalización es el siguiente:

IDD + IDO + Número Móvil de Destino (9XXXXXXXXXX)

Donde:

IDD = código de dos dígitos que identifica la red móvil de destino.

IDO = código de dos dígitos que identifica la red móvil de origen.

- b) Para los concesionarios de los servicios públicos de telefonía fija local, telefonía pública, portador de larga distancia nacional, portador de larga distancia internacional y móvil por satélite, el formato a ser aplicado para el intercambio de información en la señalización es el siguiente:

Código Identificador Red Destino + Código Identificar Red Origen + Código de Departamento + Número de Destino (B)

Donde el código identificador del concesionario es un número de dos dígitos.

En la tabla 1.2 se detallan los Códigos Identificadores de Portabilidad Numérica asignados por el MTC a cada uno de los concesionarios de servicios de telefonía pública.

Ante la obligación de implementar la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija, servicio que es ofrecido por la empresa, esta se ve en la necesidad de buscar una solución alternativa y más robusta a la aplicada actualmente para el enrutamiento de llamadas a destinos móviles, la nueva plataforma debe garantizar una alta disponibilidad en caso se presente algún tipo de problema que afecte el servicio. Asimismo, esta plataforma debe ser gestionable y administrable por el soporte propio del operador, a fin de abaratar costos.

Tabla 1.2 Códigos de Portabilidad Numérica

CÓDIGO	EMPRESA
20	NEXTEL DEL PERÚ S.A.
21	AMÉRICA MÓVIL PERÚ S.A.C.
22	TELEFÓNICA MÓVILES S.A.
23	WINNER SYSTEMS S.A.C.
24	VIETTEL PERU S.A.C.
30	CONVERGIA PERÚ S.A.
31	IDT PERÚ S.R.L.
32	TELEFÓNICA DEL PERÚ S.A.A.
33	AMÉRICA MÓVIL PERÚ S.A.C. (antes TELMEX PERÚ S.A.)
34	LEVEL 3 PERÚ S.A. (antes GLOBAL CROSSING PERÚ S.A.)
35	GILAT TO HOME PERÚ S.A.
36	GAMACOM S.A.C.
37	AMERICATEL PERÚ S.A.
38	VELATEL PERÚ S.A. (antes PERUSAT S.A.)
39	VELATEL PERÚ S.A. (antes PERUSAT S.A.)
41	VALTRON E.I.R.L.
42	RURAL TELECOM S.A.C.
43	AMITEL TELECOMUNICACIONES S.A.C.
44	IBASIS S.A.C. (antes LD TELECOM PERÚ S.A.)
45	INFODUCTOS Y TELECOMUNICACIONES DEL PERÚ S.A.
46	NETLINE PERÚ S.A.
47	TE.SA.M. PERÚ S.A.
48	GLOBAL BACKBONE S.A.C.
49	INGENIERIA EN GESTION DE NEGOCIOS Y OPORTUNIDADES S.A.C.
50	INGENIERIA EN GESTION DE NEGOCIOS Y OPORTUNIDADES S.A.C.
51	WINNER SYSTEMS S.A.C.
52	INVERSIONES OSA S.A.C.
53	ANURA PERÚ S.A.C.
54	GLG PERÚ S.A.C.
55	COMPAÑÍA TELEFÓNICA ANDINA S.A.
56	CONSORCIO OPTICAL S.A.C.
57	OPTICAL NETWORKS S.A.C.
58	AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C.

Fuente: Web de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (www.mtc.gob.pe), actualizado a diciembre de 2012

1.2 Objetivo del Trabajo

Analizar y evaluar las alternativas para la implementación de la portabilidad numérica en los servicios de telefonía fija y móvil en el país.

Presentar una solución alternativa basada en software libre y en un esquema de alta disponibilidad que permita enrutar correctamente las llamadas a destinos móviles y fijos a nivel nacional.

Demostrar las ventajas económicas y técnicas de un sistema basado en software libre, ante las soluciones disponibles en el mercado provistas por empresas privadas dedicadas a la implementación de proyectos de telecomunicaciones.

Describir detalladamente el protocolo de señalización SS7 y los parámetros opcionales del mensaje REL (Release) que permiten el redireccionamiento de llamadas.

Describir detalladamente el protocolo de inicio de sesiones (SIP) y la funcionalidad de redireccionamiento de llamadas.

1.3 Evaluación del Problema

La implementación de la portabilidad numérica fija está siendo analizada actualmente por la compañía prestadora de telefonía fija, si bien existe cierta experiencia con el mecanismo para encaminar llamadas a números móviles mediante la técnica All Query, establecida en la reglamentación del MTC, con la nueva normativa para la portabilidad en los servicios de telefonía fija, la compañía se ve en la necesidad de evaluar el impacto en sus redes debido a la implementación del mecanismo en dicho servicio. Entre los impactos en cuanto a la operación, administración y mantenimiento se tienen:

- Definición de tablas de análisis de dígitos para analizar la dirección de enrutamiento de red de un número portado.
- Definiciones de activación de funcionalidades de red inteligente, de ser el caso.
- Suministro de datos para los abonados que han sido “portados” a otra central.
- Tablas de análisis de dígitos para abonados que han sido “portados” desde otra central.
- Facturación relacionada con la interconexión entre otros operadores locales.
- Encaminamiento a puntos de interconexión entre operadores.
- Flujo de los procesos entre las empresas operadoras para la portabilidad numérica.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TEÓRICOS DE TELEFONÍA Y SOFTWARE LIBRE

2.1 Estructura general de la PSTN

Toda red telefónica está constituida por medios de transmisión, conmutación y señalización. Puede dividirse en tres subredes, según un orden jerárquico, como sigue:

- Red troncal o de tránsito
- Red de acceso
- Red local

Cada una de estas redes tiene sus propias características de transmisión y señalización. En el nivel inferior de la jerarquía (red local), están los circuitos de abonado formados por el circuito doméstico entre el aparato telefónico y el punto de terminación de red, que establece la frontera con la PSTN. La conexión entre el punto de terminación de red y la central local se denomina bucle de abonado. En el bucle de abonado la transmisión es monocal, en banda de base, analógica en el caso de PSTN y digital en ISDN.

El conjunto de centrales locales, con sus medios de transmisión constituye la llamada red de acceso. En las centrales locales el tráfico es desde y hacia abonados.

La jerarquía superior la forma la red de tránsito con sus centros de conmutación y medios de transmisión de gran capacidad. El tráfico en los centros de conmutación es de tránsito hacia/desde centrales locales u otros centros de conmutación.

Junto a la información de usuario transmitida por esta infraestructura, se cursa otra denominada genéricamente “señalización” y que es absolutamente necesaria para el funcionamiento de la telefonía automática. El tráfico de señalización se ha representado en línea de trazos en la figura 2.1. La señalización en las redes de tránsito y acceso es variada y compleja y utiliza una red propia, llamada red de señalización. Los mensajes de señalización se han diseñado para optimizar el funcionamiento de la infraestructura de la red. Se requiere también una componente de señalización “de abonado” que informe al usuario acerca del establecimiento y progresión de llamadas. La señalización de abonado

debe emplear señales comprensibles por el hombre. Tradicionalmente se han venido usando tonos audibles de tipo continuo o interrumpido.

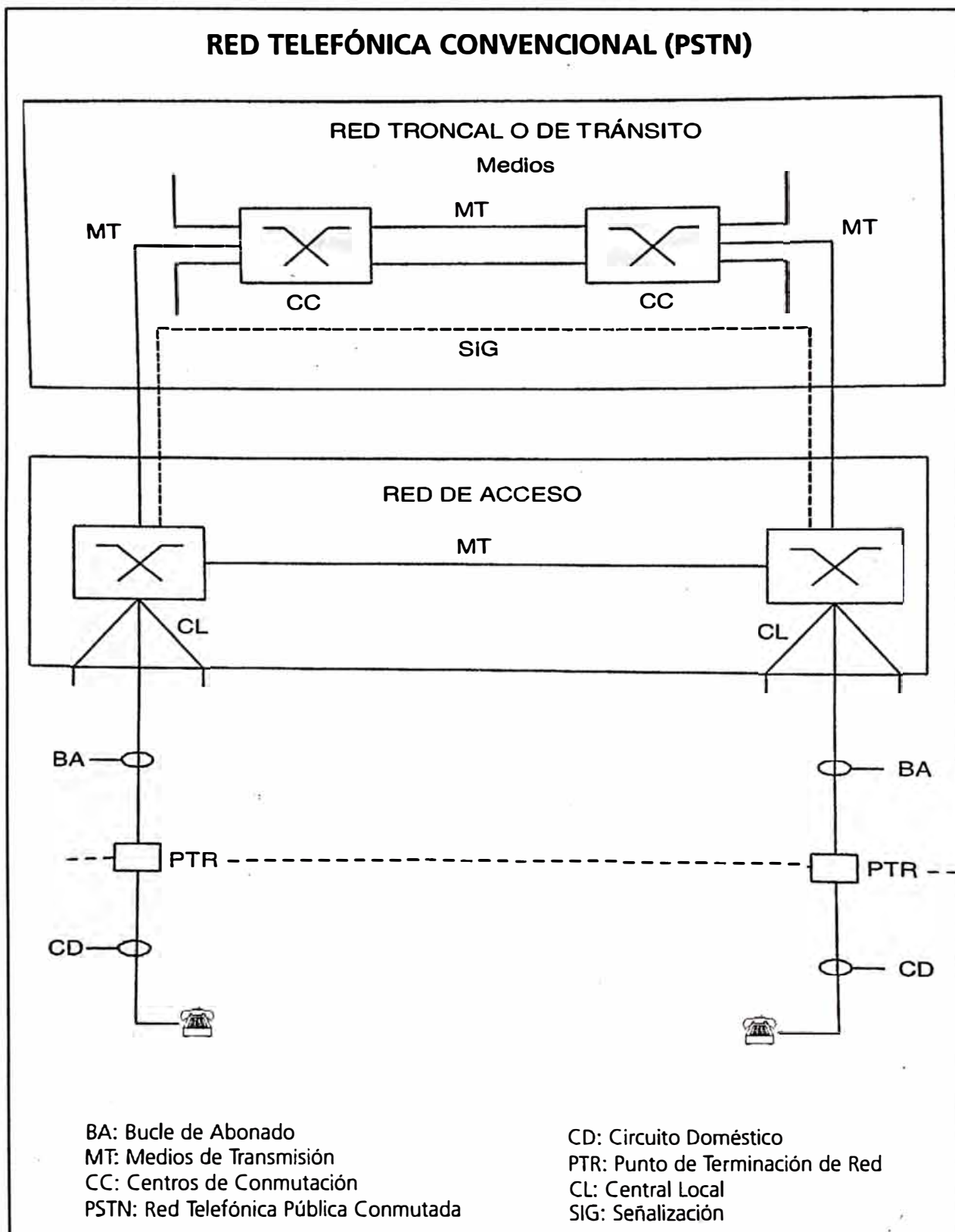


Figura 2.1 Red Telefónica Convencional

Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 30

2.2 Señalización

El objetivo fundamental de toda red telefónica es el establecimiento de conexiones fiables entre sus abonados, de una forma automática y con un elevado nivel de calidad. Para ello debe intercambiarse entre los terminales del usuario y las centrales de conmutación a las que están conectados (centrales locales) y entre estas y la de jerarquía superior (centrales de tránsito), cierta información de control y servicio, denominada genéricamente señalización. Esta información permite:

- 1) El establecimiento de llamadas, informando al usuario llamante sobre cuándo puede marcar las cifras del destinatario, del progreso de la llamada y condición del receptor de la misma.
- 2) Informar al usuario llamado de que tiene una comunicación entrante.
- 3) Mantener la comunicación una vez establecida mientras los participantes lo deseen.
- 4) Evitar que otras posibles llamadas dirigidas a cualquiera de los usuarios ocupados puedan interferir la comunicación en curso.
- 5) Reponer los órganos que hayan intervenido en la conexión, cuando la llamada haya concluido.
- 6) Registrar la llamada realizada, a fin de que pueda ser facturada posteriormente.
- 7) Realizar otros servicios suplementarios, como reenrutamiento de la llamada, desvío, buzón de voz, aviso de tasación, etc.

2.2.1 Tipos de señalización

La señalización se aplica, con diferentes formas, en los tramos básicos de un circuito telefónico y suele recibir, por ello, distintos nombres:

- 1) Señalización de abonado, intercambiada en el tramo de abonado – central local.
- 2) Señalización interna, dentro de las centrales de conmutación.
- 3) Señalización de red.

La señalización ha experimentado una gran evolución a lo largo de los años, desde sistemas basados en corriente continua y tonos establecido el año 1963, hasta sistemas de señalización digital imperantes hoy en día en la red telefónica tales como SS7 definido como estándar por la UIT-T el año 1981. Por razones de interfaz hombre – máquina, todavía subsisten, en el tramo abonado – central, modos de señalización sencillos basados en tonos aurales inteligibles para el usuario, aunque a medida que mejoran las prestaciones de los teléfonos puede enviarse al abonado señalización en forma de mensajes legibles en una pantalla de visualización LED (Liquid Crystal Display) incorporada al teléfono.

La componente más importante de la señalización telefónica en las redes actuales es la llamada señalización de red o entre centrales, con la que se realizan intercambios de mensajes entre centrales de conmutación con programa almacenado, bases de datos y nodos de red, para el establecimiento, supervisión y liberación de las comunicaciones telefónicas y funciones de gestión de red. Estos sistemas de señalización ofrecen una capacidad tal que, además de sus propias funciones, permite la sustentación de numerosos servicios suplementarios adicionales a los básicos de voz y datos y que se llaman servicios de red inteligente.

La señalización de red se realiza mediante el establecimiento de enlaces de señalización entre entidades denominadas puntos de señalización.

El sistema de señalización puede funcionar básicamente según dos modos:

1) Modo asociado.- En este modo de explotación, se intercambia la información entre dos puntos de señalización mediante un enlace común de señalización que sigue el mismo camino que los circuitos de conversación y termina en las mismas centrales.

2) Modo no asociado.- En este modo, la señalización se transmite a través de dos o más enlaces de señalización en tándem. Las señales se someten a tratamiento y se transmiten hacia delante en uno o más puntos intermedios de transferencia de señalización. Existen variedades de este modo, como son:

a. Modo disociado en el que se transfiere señalización a través de una red propia, por cualquier trayecto disponible de la misma, según las reglas de encaminamiento de la señalización.

b. Modo cuasi-asociado en el que la señalización se transfiere entre las centrales por dos o más enlaces en tándem pero únicamente a través de ciertos caminos y puntos de transferencia de señalización prefijados de antemano.

En la figura 2.2 se representan esquemáticamente, los modos asociado y no asociado, respectivamente. En el segundo caso se observa la existencia de un modo intermedio que es el punto de transferencia de señalización, STP (Signalling Transfer Point).

Un mismo nodo puede ser SP y STP ya que puede originar y revivir sus propios mensajes y además transferir mensajes de otros modos.

Por último, existen tres métodos básicos de conmutación en una red, que puede utilizar el sistema de señalización:

- Conmutación de circuitos, donde es necesario establecer una conexión física entre el origen y el destino para que soporte la transmisión de datos.

- Conmutación de mensajes, que utiliza una estructura de mensajes para encaminar datos por la red, de forma que los datos van acompañados de una dirección y de un mensaje que indica al receptor lo que debe realizar con dicho mensaje. En este caso no hay detección de errores.
- Conmutación de paquetes, donde los datos se distribuyen en una serie de paquetes que contienen la información necesaria para encaminar y procesar el paquete en concreto. Son redes que incluyen detección de errores y gestión de la propia red.

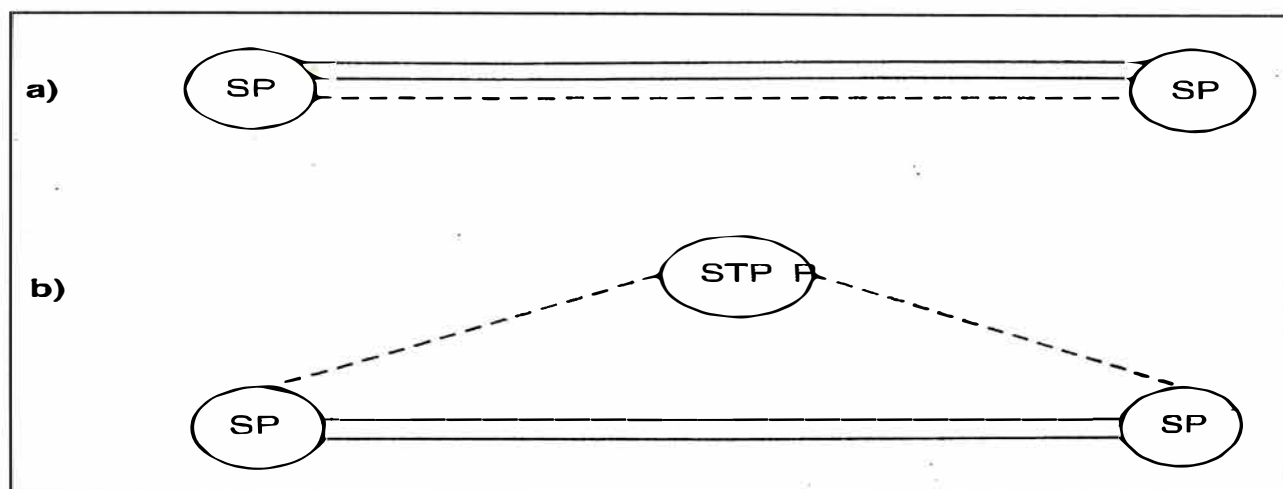


Figura 2.2 Modos de señalización disociado y cuasi-asociado
Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 40

En su aspecto físico, la señalización digital se acomoda a la estructura de mensajes de la transmisión digital, esto es, la norma PCM, en Europa, esta norma establece una estructura de transmisión mediante multiplexación temporal TDM con tramas de 32 intervalos de tiempo que sustentan 30 canales telefónicos, uno de alineación de trama y otro de señalización. En función de la utilización del intervalo N° 16 de la trama, reservado para la señalización, se clasifican los sistemas como sigue:

1) Señalización por canal asociado.- En este tipo de sistema cada canal de voz tiene asociado su propio canal de señalización como se muestra en la figura 2.3. En este sistema, los 8 bits del intervalo 16 se dividen en dos bloques de 4 bits, cada uno de los cuales presta capacidad de señalización a un canal telefónico. Para la señalización de los 30 canales se han de utilizar los intervalos 16 de 15 tramas consecutivas. Se constituye una estructura multitrama, formada por 16 tramas que comprende un ciclo completo de señalización. El intervalo 16 de la decimosexta trama contiene información de alineación de la multitrama.

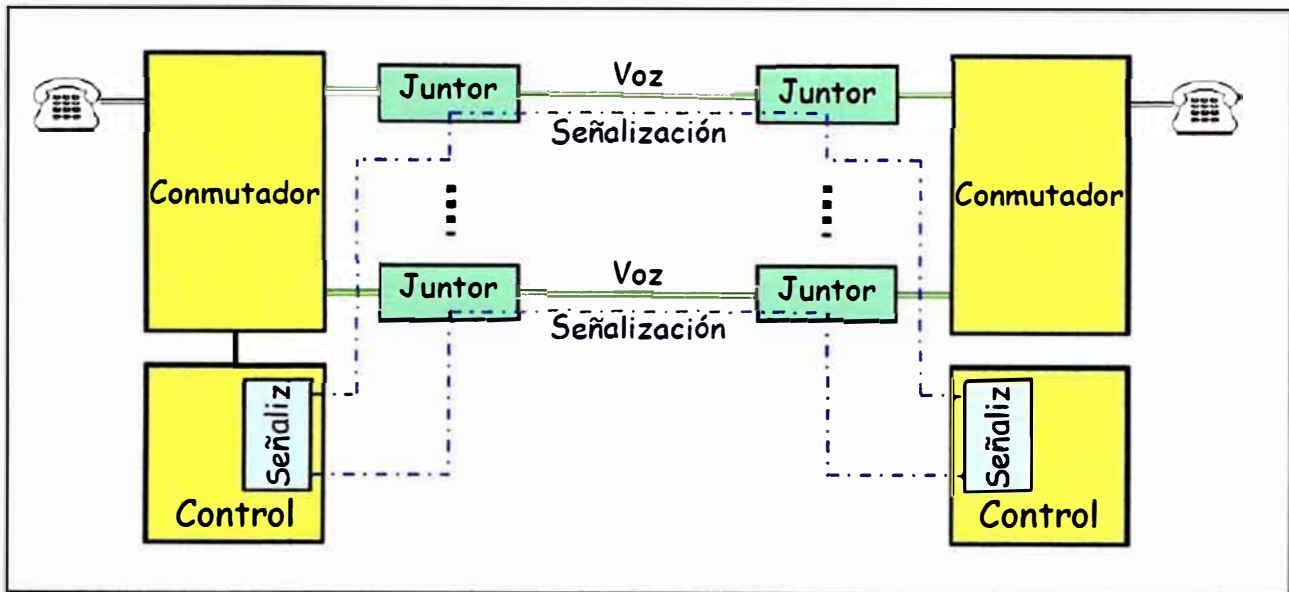


Figura 2.3 Señalización por canal asociado

Fuente: Alvaro Rendón, Sistemas de Conmutación, p. 12

2) Señalización por canal común, CCS (Common Channel Signalling).- En este tipo de sistemas uno o varios canales de señalización transportan la señalización de todos los canales de voz como se muestra en la figura 2.4. Esta técnica es más eficiente que la de canal asociado. En efecto, en este caso si un canal, en un momento, no requiere señalización, no se usa la capacidad de señalización. En cambio en CCS siempre se utiliza esa capacidad, dedicándola a los canales que necesiten señalización. Para la aplicación de la CCS se utiliza la capacidad 64 kbits/s del intervalo 16 de la trama PCM para transmitir la señalización a través de una unidad de acceso a ese intervalo. En este caso, la señalización se realiza mediante mensajes y no por bits como en el sistema de canal asociado. El mensaje es un conjunto de octetos situados en varias tramas consecutivas. El canal común es independiente (no está ligado) a los otros canales temporales, por lo que puede ser conmutado con independencia de ellos, como si fuera un canal de información.

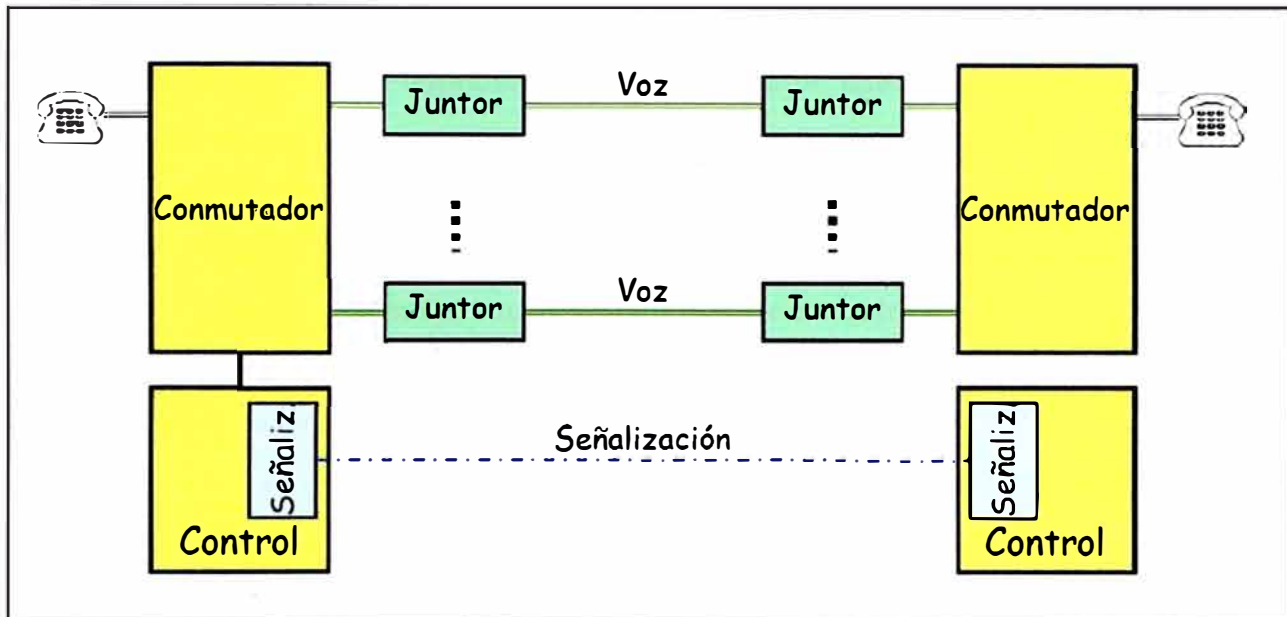


Figura 2.4 Señalización por canal común
Fuente: Alvaro Rendón, Sistemas de Conmutación, p. 13

2.2.2 Sistema de señalización SS7

En las redes de telecomunicaciones, tanto la red telefónica básica PSTN como las redes de datos y la red digital de servicios integrados ISDN, se utiliza el llamado Sistema de Señalización N° 7, SS7 (Signalling System # 7) desarrollado y normalizado por el antiguo Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT) que hoy día es el Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T).

Puede definirse SS7 como un conjunto de protocolos que rigen la transferencia de información de control por una red de señalización de tipo conmutación de paquetes. El SS7 es una norma abierta, que permite la interoperabilidad de equipos. Los objetivos fundamentales del diseño del SS7 han sido:

- 1) Aplicación a las redes digitales de telecomunicación que utilizan centrales de conmutación por programa almacenado.
- 2) Satisfacer las necesidades actuales y futuras de transmisión de información con/sin conmutación de circuitos, para transacciones entre procesadores de las redes de telecomunicación, para el control de las llamadas, control remoto, acceso a bases de datos de las redes y funciones de gestión y mantenimiento.

- 3) Proporcionar un mecanismo seguro y fiable de intercomunicación en secuencia correcta, sin pérdida ni duplicación de la información entre centros de conmutación o nodos de una red de telecomunicación.

Las características básicas del SS7, son:

- 1) Transferencia de información mediante mensajes contruidos con señales digitales.
- 2) Modalidad por canal común, con señalización entre centrales tramo a tramo.
- 3) Funcionamiento a la velocidad normalizada 64kbits/s.
- 4) Modo no asociado, con conmutación de paquetes.

La estructuración en mensajes otorga al sistema una gran flexibilidad y un importante valor añadido. En virtud de la primera, el SS7 ha demostrado su idoneidad para la señalización en la red telefónica convencional, redes de datos y red digital de servicios integrados. Los valores añadidos se han puesto de manifiesto en el desarrollo de aplicaciones de red inteligente y de gestión de redes de telecomunicación.

La red de señalización está constituida por nodos o puntos de señalización SP, donde están ubicados los servicios – usuarios del sistema y a los que deben acceder los centros de conmutación con sus mensajes de señalización.

Los SP proporcionan funciones de red de señalización mediante la transmisión/recepción de mensajes hacia/desde los usuarios del nodo a través de los enlaces de señalización SL. Pueden ser unidades terminales ubicadas en las centrales de conmutación o nodos especiales que efectúan el tratamiento y la retransmisión de señalización, denominándose en ese caso puntos de transferencia de señalización STP. Un STP, típicamente, transmite mensajes de un SP a otro.

En el STP se analizan los mensajes de señalización recibidos, a fin de presentarlos al canal de salida adecuado, teniendo en cuenta, si procede, su prioridad.

Existen además SP especiales que proporcionan servicios de base de datos a varios nodos de conmutación (por ej. Para el tratamiento de llamadas de líneas “0800”), que se denominan puntos de control de red, NCP (Network Control Points).

2.2.3 Arquitectura SS7

La arquitectura del SS7 se basa en el modelo estratificado de interconexión de sistemas abiertos: OSI de 7 capas, con algunas diferencias, esto se muestra en la figura 2.5.

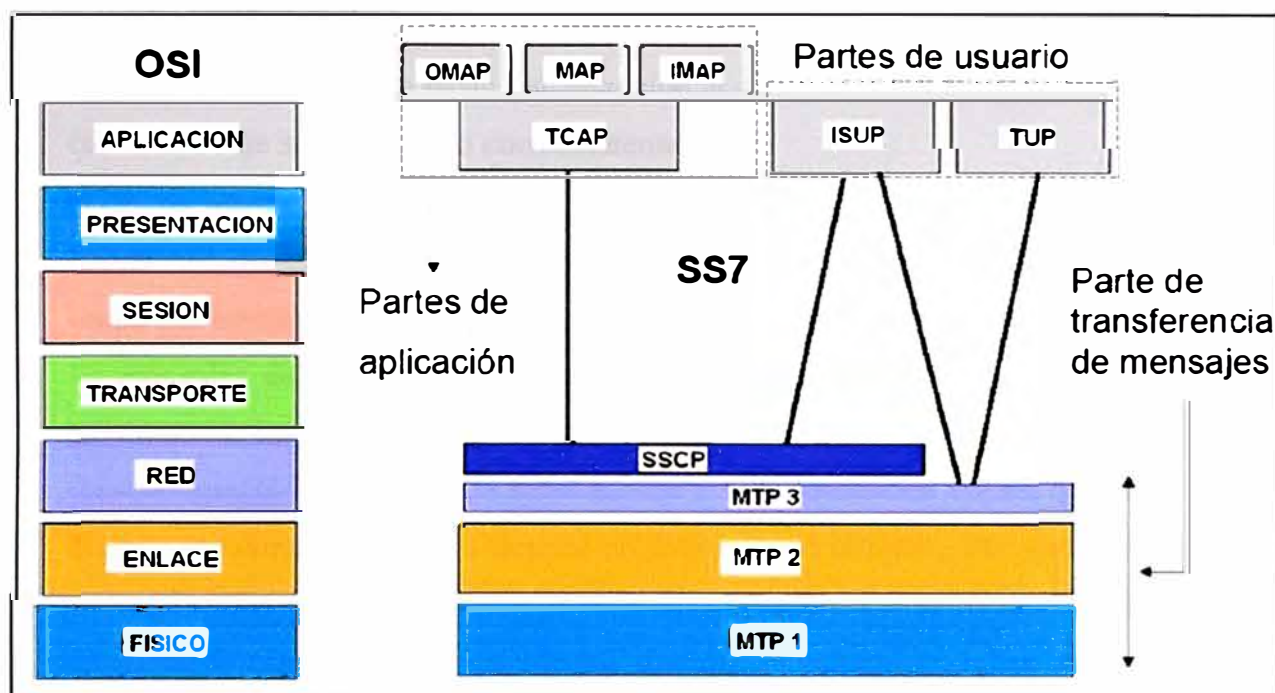


Figura 2.5 Arquitectura de SS7

Fuente: Jose Benitez, Señalización RDSI, p. 16

La estructura de protocolos se ha dividido en dos partes independientes:

Parte transferencia de mensajes, MTP (Message Transfer Part)

Parte usuario, UP (User Part)

a) Parte transferencia de mensajes:

La MTP proporciona un servicio de transferencia de mensajes sin conexión que asegura el transporte y la entrega fiables y sin errores de los mensajes de señalización a través de la red. Incluye, en consecuencia, métodos para contrarrestar posibles fallos. Se divide a su vez en tres niveles funcionales:

- MTP de capa 1, que se corresponde con el nivel 1 (capa física) del modelo OSI y proporciona el soporte físico para la transmisión dúplex de información entre puntos de señalización, mediante el llamado enlace de datos de señalización. SDL (Signalling Data Link). Un SDL es un circuito de transmisión bidireccional a 64 kbit/s entre dos SP, formado por canales de transmisión digital y sus equipos terminales.
- MTP de capa 2 que se corresponde con el nivel homólogo (enlace) del modelo OSI y define funciones y procesamientos relativos a la transferencia, por un SDL, de mensajes denominados “unidades de señalización” entre dos SP. Se utilizan métodos de verificación de mensajes y corrección de errores para asegurar la fiabilidad de los enlaces y una baja tasa de errores en los mensajes. La corrección de errores se basa en

la retransmisión de los mensajes detectados como erróneos. Por ello los mensajes se almacenan en un registro hasta que se recibe la confirmación, por parte del receptor, de que el mensaje se ha recibido correctamente.

- MTP de capa 3, funciones de red de señalización. SNF (Signalling Network Functions), que se corresponde parcialmente con la capa 3 (red) del modelo OSI y se ocupa del mantenimiento del enlace, encaminamiento, discriminación y distribución de los mensajes de señalización, así como de su tratamiento y la gestión de la red de señalización. La función de gestión de red es muy importante y consiste en monitorizar constantemente los enlaces de señalización e ir contando los errores que se producen. Cuando el número de errores alcanza un determinado número, este nivel se encarga de poner al enlace en cuestión fuera de servicio y volverlo a sincronizar. De esta forma se resuelven la mayoría de los problemas que por lo general se deben a que el reloj va degenerando con el tiempo.

Para la gestión de la red, la capa 3 de MTP depone de las funciones de gestión de enlace, tráfico y ruta. La función de gestión de enlace se centra en cada enlace y se sirve del nivel dos para detectar si hay problemas en el enlace, teniendo capacidad para bloquear un enlace determinado y ordenar al nodo adyacente que haga lo mismo. Esto puede tener un gran impacto en la red, ya que provoca que el tráfico se encamine por otros enlaces que se pueden congestionar. Cuando el enlace se ha recuperado, también tiene la posibilidad de volver a ponerlo en servicio.

La función de gestión de tráfico es la que dispone que el tráfico se encamine por los señalizadores que están en buen estado dentro de un "linkset". Un linkset es el conjunto de señalizadores de una misma ruta.

Por último, la función de gestión de encaminamiento es la que se encarga de avisar a otros SP de que uno no puede alcanzar un destino determinado, con el objeto de que los demás no le envíen mensajes para él. Uno de los mensajes más comunes que utiliza es "Transfer Prohibited".

Las otras 3 funciones de capa 3 tienen que ver con los mensajes.

La función de discriminación de mensajes utiliza la etiqueta de la MSU (Message Signal Unit), para saber a quién va dirigido el mensaje, en concreto el campo DPC, la estructura del mensaje MSU se muestra en la figura 2.6

La función de encaminamiento se encarga de poner una nueva etiqueta a un mensaje que va a ser enviado y determina por qué enlace de señalización debe enviarse el mensaje. Para

ello se sirve de una tabla de encaminamiento que es mantenida por un personal de mantenimiento

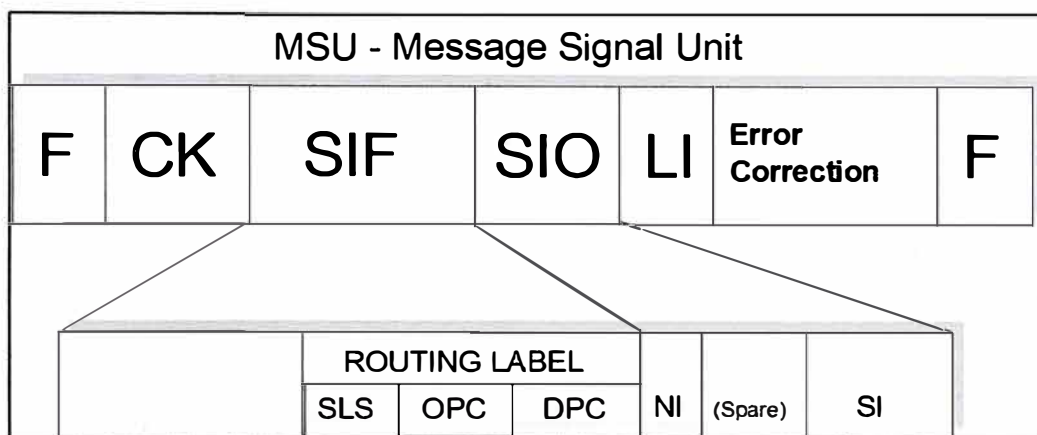


Figura 2.6 Mensaje MSU

Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 42

Cuando un mensaje va a ser enviado, la tabla de enrutamiento muestra el enlace de señalización y el linkset que se debe utilizar y debe proporcionar una ruta como primera opción y una alternativa al menos.

Cada elemento de esa red puede generar o recibir un mensaje MTP 3 rotulado con un código de punto de señalización, SPC (Signalling Point Code) denominado código de punto de destino, DPC (Destination Point Code) o código de punto de origen, OPC (Origination Point Code). El procesamiento asegura que los mensajes se entregan a los usuarios destinatarios adecuados. La gestión interviene en el caso de fallos o de congestión de tráfico, reconfigurando la red si es necesario.

La MTP se desarrolló para aplicaciones de telefonía básica en tiempo real. Posteriormente, al aparecer otras necesidades (p.ej. datos) y extensiones del servicio telefónico se ha desarrollado una nueva aplicación llamada parte de control de la conexión y señalización, SCCP (Signalling Connection Control Point) que está ubicada sobre la MTP y se corresponde con el nivel superior de la capa de red del modelo OSI.

b) Parte control conexión de señalización:

Cuando se requiere un acceso a una base de datos la MTP va acompañada de un protocolo superior tal y como se ve en la figura 2.7, que se denomina SCCP (Signalling Connection Control Part) y que proporciona el direccionamiento necesario para encaminar la llamada hacia la base de datos de que se trate. Las direcciones de las bases de datos se denominan números de subsistema (SSN).

La combinación de MTP y SCCP se denomina parte de servicio de red, NSP (Network Service Part).

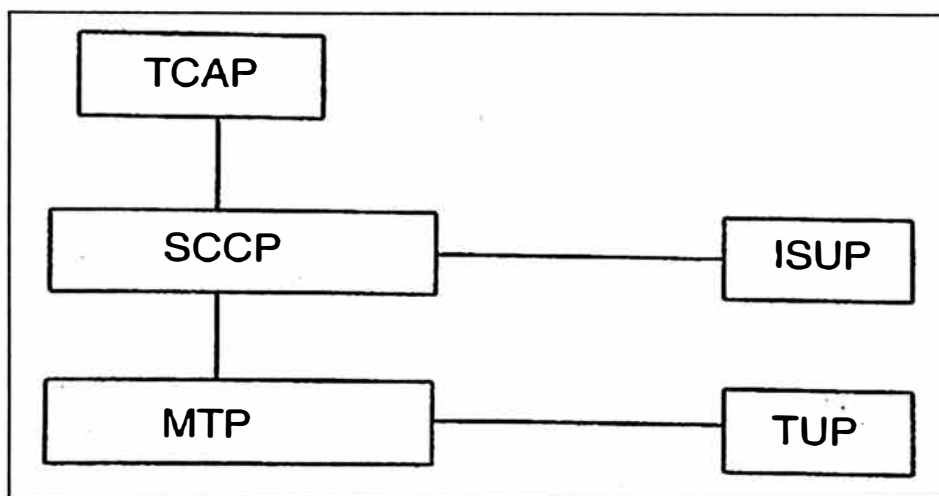


Figura 2.7 Parte de control de señalización

Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 50

El propósito de SCCP es proporcionar los medios necesarios para establecer una comunicación de señalización extremo a extremo y no sólo punto a punto como hacia MTP. Proporciona el direccionamiento para que el mensaje pueda ser encaminado a través de toda la red.

La diferencia principal con MTP está en la forma de direccionar. MTP proporciona solamente el OPC y DPC de los SP de ambos extremos de un enlace. SCCP basa su direccionamiento en tres parámetros que son las partes llamada y llamante, el punto de señalización y el SSN (número de subsistema). El encaminamiento se puede basar en cualquiera de los tres anteriores.

A la hora de poner la dirección en un mensaje SCCP, puede ocurrir que el SP origen conozca al destino o no. En el caso de que lo conozca, la información de encaminamiento permanece prácticamente constante. Pero si no lo conoce, en algún punto intermedio de la cadena un STP deberá hacer la traducción.

SCCP es necesario para que la red pueda encaminar mensajes TCAP a la base de datos requerida. De hecho, actualmente, SCCP se utiliza sólo con TCAP y no con ISUP. En los estándares se indica el uso de SCCP con ISUP, pero todavía no está implementado en ninguna red SS7.

c) Parte usuario:

La parte usuario desempeña funciones que se corresponden con el nivel 7 del modelo OSI y tienen por objeto la creación y el tratamiento de la información de señalización antes de que ésta se transmita por la red de señalización.

En el contexto del SS7, el término "usuario" designa cualquier entidad funcional que utiliza la capacidad de transferencia proporcionada por la MTP.

Como en el sistema de señalización se intercambia información entre diferentes clases de usuarios, las funciones de la UP se particularizan para esas clases. En la PSTN, el usuario principal es la señalización correspondiente a las llamadas telefónicas, que configura la parte usuario de telefonía, TUP (Telephony User Part). En consecuencia, la TUP utiliza la capacidad de transporte de la MTP para proporcionar señalización en aplicaciones con conexión (conmutación de circuitos), para el control de las llamadas en telefonía analógica y digital.

En el caso de la red digital de servicios integrados, ISDN, la parte usuario se denomina ISUP (ISDN User Part). La ISUP es la parte del SS7 que utiliza la capacidad de transporte de la MTP y la SCCP para proporcionar servicios relativos a las llamadas por la ISDN tales como el control de las conexiones de red, con/sin conmutación de circuitos, entre centrales para las comunicaciones de voz y datos así como servicios de red inteligente. La ISUP se corresponde con los niveles altos del modelo OSI.

ISUP está relacionado con voz y datos, pero no puede soportar tecnologías de banda ancha como ATM o Frame Relay. Es por esta razón que se ha desarrollado una nueva versión de ISUP denominada BISUP o Broadband ISUP (ISUP de banda ancha).

ISUP fue desarrollado a partir de TUP y para sustituirlo, ya que TUP no es capaz de soportar circuitos digitales ni transmisión de datos e ISUP sí lo es.

Como se ha comentado en el apartado relativo a SCCP, no se ha establecido que ISUP funcione sobre SCCP, por lo que actualmente es usuario directo de MTP. La ventaja de que ISUP utilice SCCP directamente es que permite una señalización extremo a extremo, sin necesidad de tener que enviar mensajes a todos los nodos intermedios.

Por ejemplo en la figura 2.8 para establecer una comunicación entre los nodos A y D es necesario que se envíe el mensaje de inicio, IAM (Initial Address Message) entre A y B, otro entre B y C y otro entre C y D, en vez de un único mensaje directo entre A y D.

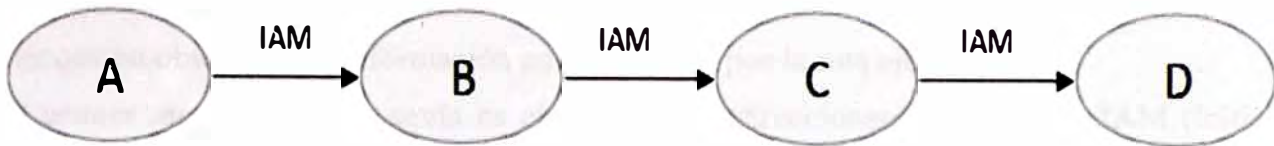


Figura 2.8 Establecimiento de comunicación entre nodos A y D
Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 52

En realidad, el proceso no es tan simple como se muestra en la figura 2.8, ya que cada circuito punto a punto debe ser confirmado y quedar abierto antes de comenzar a lanzar el IAM en el siguiente circuito. Esto se debe a las limitaciones de la función de encaminamiento de MTP, que solo tiene conocimiento del nodo contiguo.

La función de encaminamiento de SCCP sí conoce el nodo destino del mensaje y es capaz de proporcionar enrutamiento en base a esa dirección final, sin tener que pasar por todos los puntos de señalización intermedios.

A continuación se detalla cómo se produce un establecimiento de llamada en ISUP. En la figura 2.9, se muestra el proceso que se sigue para establecer una llamada y más tarde liberarla. En los siguientes párrafos se irá viendo paso a paso todo el proceso. Cuando el usuario que llama, que a partir de ahora denominaremos usuario A, marca el número de teléfono del usuario llamado (usuario B), la central recibe la notificación de que se quiere realizar una llamada. Esta notificación lleva implícito como parámetro el número B (número marcado).

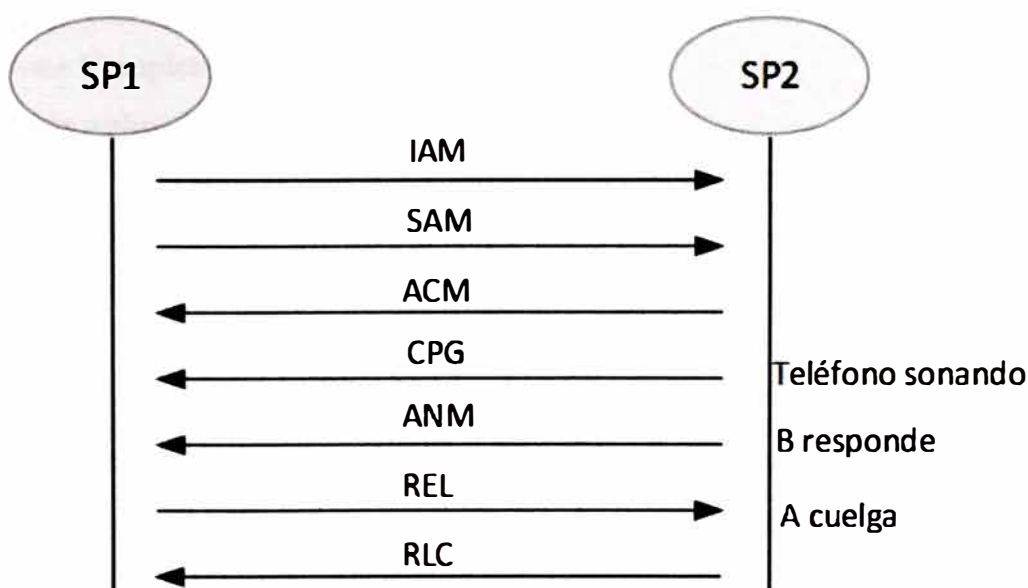


Figura 2.9 Proceso de establecimiento de llamada
Fuente: Hernando Rabanos, Comunicaciones móviles GSM, p. 52

Lo primero que hace la central es averiguar por qué ruta debe enrutar esa llamada y una vez que ha obtenido esa información envía un IAM por la ruta elegida.

El primer mensaje que se envía es el mensaje de direccionamiento inicial, IAM (Initial Address Message). En general, contiene toda la información necesaria para encaminar la llamada. Como se ha comentado anteriormente si la comunicación tiene que pasar por centrales intermedias, se va abriendo el camino central a central.

En ocasiones es posible que el mensaje IAM no sea suficientemente adecuado para llevar toda la información. En estos casos, después del IAM se envían uno o varios mensajes de direccionamiento subsecuentes, SAM (Subsequent Address Message) con el resto de la información.

El ACM (Address Complete Message) lo envía la central remota hacia la central origen cuando ha recibido el IAM y los posibles SAM. Con ello indica que la llamada se está procesando. Se envía a modo de confirmación.

El CPG (Call Progress Signal) es enviado por la central destino para que la origen sepa que se está alertando al usuario B.

Cuando el usuario B descuelga el teléfono, la central destino envía un mensaje de respuesta, ANM (Answer Message) a la central origen. A partir de este momento comienza a medirse el tiempo para la facturación del servicio.

Cuando una de las dos partes cuelga el teléfono, se envía un mensaje de liberación de la llamada, REL (Release) en el sentido oportuno. Sin embargo, para que el circuito vuelva al estado de no estar utilizado, es necesario que la otra parte confirme la liberación con un RLC (Release Complete).

d) Partes de aplicaciones:

Existen, además, otras funciones de red no relacionadas estrictamente con los circuitos de comunicación, como, por ejemplo, el acceso a bases de datos o funcionalidades de control remoto. En una arquitectura de protocolos, se definen las capacidades de transacción, TC (Transaction Capabilities) como el conjunto de protocolos y funcionalidades utilizados por un grupo de aplicaciones distribuidas por doquier en una red para su intercomunicación. En el contexto del SS N° 7, las TC se refieren a los protocolos de la capa de aplicación, por lo que se denomina parte aplicación de las capacidades de transacción, TCAP (Transaction Capabilities Application Part). La TCAP utiliza los servicios de SCCP y MTP y proporciona un conjunto de métodos, en un entorno sin conexión, disponibles por una aplicación en un nodo para invocar la ejecución de un procedimiento en otro nodo e

intercambiar los resultados de esa invocación. Por consiguiente, TCAP comprende protocolos y servicios para ejecutar operaciones remotas. En las redes de telecomunicaciones, las aplicaciones distribuidas que utilizan la TCAP pueden residir en centrales y bases de datos de la red. El elemento del servicio de aplicación, ASE (Application Service Element) de la TCAP proporciona la información específica que requiere una aplicación determinada.

En la actualidad no se están utilizando todas las posibilidades de la TCAP, sino únicamente su parte relacionada con el acceso a bases de datos. A medida que aumenta la inteligencia de red, la TCAP va adquiriendo más importancia. Por ello es crucial en redes móviles ya que permite que se realicen funciones típicas de las mismas tales como: consultas a bases de datos de portabilidad, control de saldo, etc.

Por último, la parte de administración, mantenimiento y operación, OMAP (Operation Maintenance and Administration Part) proporciona los protocolos y procedimientos de aplicación para la supervisión, coordinación y control de los recursos de red que hacen posible las comunicaciones del SS7.

También se ha desarrollado la parte aplicación móvil, MAP (Mobile Application Part), para la señalización de las redes de telefonía móvil. En la figura 2.10 se muestran las diferentes versiones de MAP que se emplean entre los elementos de una red móvil.

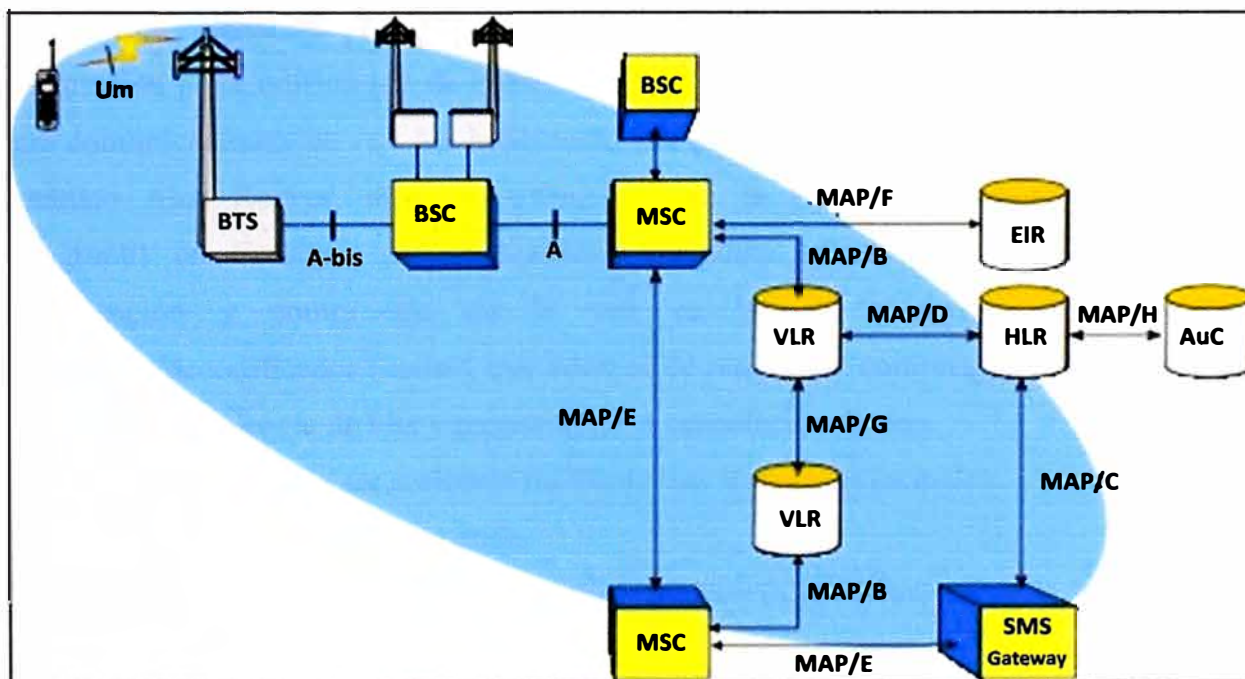


Figura 2.10 Red MAP SS7

Fuente: Lawrence Harte, Introduction to Signalling System 7, p. 35

La MAP contiene los protocolos necesarios para las comunicaciones entre las unidades funcionales específicas de redes móviles, como son los centros de conmutación del servicio móvil MSC y los registros de abonados y equipos. La MAP proporciona las funciones básicas asociadas a la movilidad: itinerancia, registro, actualización, traspaso y a la seguridad: autenticación de usuarios y equipos.

La MAP está constituida por una aplicación móvil y varios elementos de servicio de aplicación, ASE (Application Service Element) y utiliza los servicios de la TCAP del SS7. Los ASE de la red móvil junto con la TCAP, forman la entidad de aplicación móvil del SS7 la cual utiliza la SCCP para el encaminamiento.

2.3 Protocolos de Voz Sobre IP.

2.3.1 Protocolos de digitalización de voz

Los primeros sistemas telefónicos, implementados a partir del año 1876 luego de la aprobación de la patente del teléfono eléctrico a Graham Bell, transmitían la voz mediante señales analógicas. Tras la evolución de la electrónica y de los circuitos integrados, la digitalización de la voz se convirtió en un paso importante para solventar muchos de los problemas que tenían los primeros sistemas de voz, como control y señalización complejos, falta de encriptación, baja tolerancia a ruido, entre otros. Las técnicas de muestreo, cuantificación y codificación hicieron posible la digitalización de la voz mediante un esquema de modulación muy utilizado en entornos telefónicos como lo es la Modulación por Codificación de Pulsos ó PCM (Pulse Code Modulation); el uso de PCM para comunicaciones de voz fue establecido por primera vez el año 1937 por el ingeniero británico Alec Reeves, mientras trabajaba para la ITT (International Telephone & Telegraph) en Francia. La codificación, entendida como el proceso completo de digitalización y compresión de la voz es lograda a través de un módulo codificador/decodificador (codec) que además de realizar la compresión analógica/digital, comprime la secuencia de bits y proporciona la cancelación de eco.

Esta codificación puede ser realizada mediante tres técnicas principales:

- Por codificación de forma de onda.
- Por codificación basada en modelos matemáticos (algoritmos) sobre la producción de voz.
- Por modelos que combinen las técnicas de codificación de forma de onda y codificación basada en modelos matemáticos.

El ahorro del ancho de banda es una de las principales razones por la que se busca realizar este tipo de codificaciones de la voz para ser transmitidas sobre redes digitales como las basadas en IP.

Los codecs tienen a su salida una secuencia de bits que se empaquetan en paquetes IP, los cuales son transportados por la red IP hacia el destino, el cual debe estar preparado con los mismos estándares para realizar el proceso inverso, y así lograr una comunicación que pueda ser entendida por el origen y destino.

Hay que considerar que a mayor sea la compresión usada, menor es la calidad de la voz lograda; además se tendrá un mayor consumo de recursos de procesamiento en los equipos involucrados. En la figura 2.11 se muestra como el MOS (Mean Opinion Score), empleado como indicador de calidad de voz en una comunicación de voz sobre IP, se ve mermado con el delay del medio de transmisión; asimismo, se ve un comparativo de la calidad entre codecs comúnmente empleados.

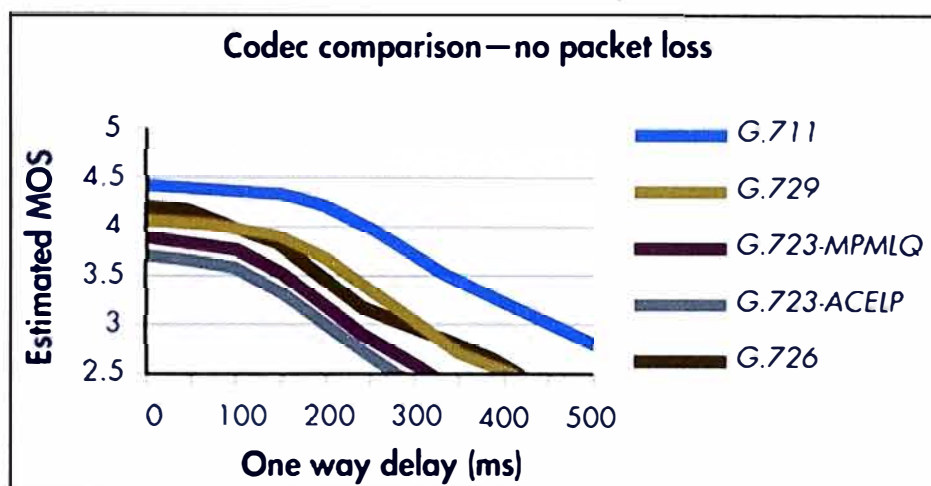


Figura 2.11 Comparación de MOS de Codecs comunes

Fuente: Web GetVOIP (www.getvoip.com)

La ITU cubre entre sus protocolos, los correspondientes a codificación de voz, agrupados éstos en las recomendaciones G.7xx. En la tabla 2.1 se muestran los códec comúnmente usados en telefonía.

Tabla 2.1 Codecs comunes en telefonía

Codec	Ancho de Banda (Khz)	Intervalo muestra(ms)	Aplicación
G.711 (PCM)	64	10	Telefonía
G.721 (ADPCM*)	32	10	
G.723.1 (MP-MLQ*)	6,3	30	Telefonía Internet
G.723.1 (ACELP*)	5,3	30	Telefonía Internet
G.726 (ADPCM*)	32	5	Telefonía
G.729 (CS-ACELP*)	8	10	Telefonía

Fuente: TECSUP, Voz y Telefonía IP, p. 15

2.3.2 Protocolo RTP

Estándar que define las comunicaciones de audio y video en tiempo real que son cursadas a través de redes IP, lo que lleva a entender que es un protocolo adaptado a soportar la existencia de pérdidas, retardos y a la variación dinámica de las condiciones por las que pasa toda red de esta naturaleza.

RTP da funciones de transporte extremo a extremo, además de ofrecer servicios como identificación de la información transportada, numeraciones de secuencia, marcas temporales, entre otras. Los paquetes RTP constan de una cabecera, la cual contiene información para poder rearmar el flujo de bits generado por el códec emisor y otra parte de carga útil donde va el propio flujo de bits. La figura 2.12 muestra la estructura de una cabecera RTP.

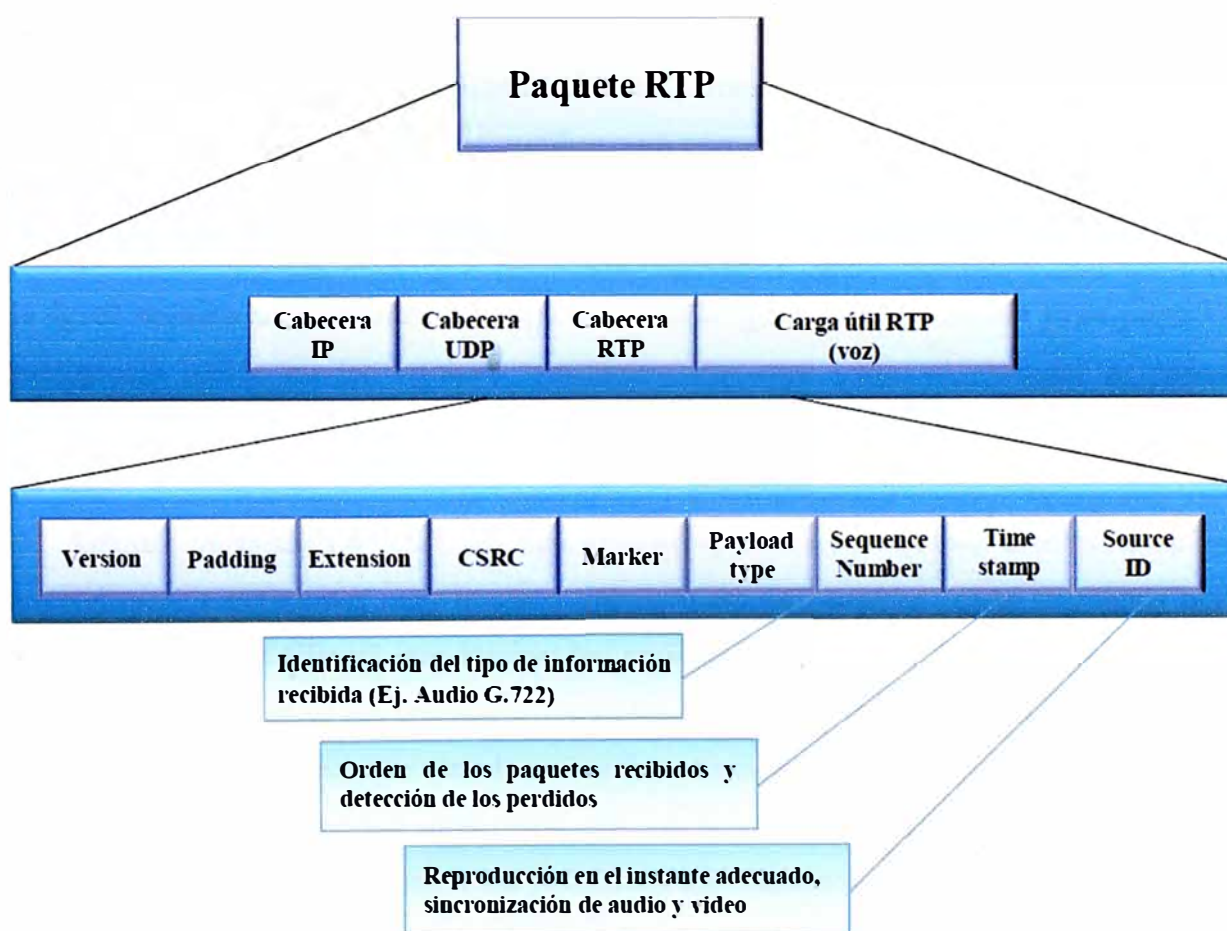


Figura 2.12 Estructura de la cabecera RTP
Fuente: TECSUP, Voz y Telefonía IP, p. 18

2.3.3 Protocolo SIP

Protocolo de Inicio de Sesiones Estándar publicado por la IETF en el año 1.999 como alternativa a H.323 bajo la RFC 3261, está caracterizado como un protocolo de control de la capa de aplicación el cual define cómo establecer, modificar o finalizar sesiones entre dos o más extremos sin importar el tipo de sesión que sea. En contraste a H.323, en SIP sólo se definen los elementos que participan en un entorno SIP y el sistema de mensajes que intercambian. Los mensajes en SIP están basados en HTTP y son empleados en funciones de registro, además se usan para establecer qué direcciones IP y puertos TCP y UDP (User Datagram Protocol) serán los encargados de intercambiar información.

Esta puede ser la característica por la cual SIP se perfila como el protocolo por excelencia para desarrollar aplicaciones como telefonía y videoconferencia sobre redes IP. Otros de los protocolos utilizados en SIP, al igual que en H.323, son UDP y RTP para el transporte, H.26x para la compresión de video y G.7xx para la compresión de voz. Otra gran ventaja es el basamento de SIP en el modelo de Internet y el uso del código de texto ASCII al igual que el de HTTP; el direccionamiento se hace de manera similar al del correo electrónico - User@host-, pudiendo ser User un nombre o un número telefónico.

SIP utiliza una arquitectura del tipo cliente/servidor, es decir, un cliente manda una solicitud, el servidor la procesa y envía una respuesta a dicho solicitante. Es considerada de igual manera una arquitectura descentralizada (peer-to-peer) donde gran parte de la inteligencia reside en los equipos terminales. Por otra parte, el estándar es capaz de distinguir los elementos que lo conforman. Los elementos que conforman una arquitectura SIP son:

- a) Agentes de usuario ó UA(User Agent): corresponde a los equipos terminales de donde se originan las peticiones para inicio o culminación de llamadas, están formados por los UAC (User Agent Client) que inician las sesiones SIP y los UAS (User Agent Server) responsables de aceptar las peticiones recibidas. Ejemplos claros de UA son un teléfono IP y un softphone (Software que simula un teléfono tradicional).
- b) Servidor proxy: entidad intermedia que puede actuar como servidor o como cliente, debido a que se encarga de servir las peticiones internamente o redireccionarlas hacia otros servidores dependiendo a donde se dirija dicha petición.
- c) Servidor de localización: encargado de dar información constante de la localización de usuarios en la red, de manera que éstas lleguen al destino correcto en un instante de tiempo.

d) Servidor de redirección: es el encargado de responder a la resolución de nombres de usuario (mapeo de direcciones). A diferencia de los servidores proxy, los de redirección no inician peticiones SIP, ni son capaces de aceptar o terminar llamadas.

e) Servidor de registro: acepta las peticiones de registro de los UAC, y almacena la información de ellos en una base de datos de localización.

Todas las peticiones, excepto la ACK (Acknowledge), tienen asociadas una respuesta del servidor, dicha respuesta tiene asociado un código numérico indicando el resultado de la petición, códigos tomados de http. La tabla 2.2 muestra las peticiones y respuestas con sus respectivas funciones.

En la figura 2.13 se muestra la manera cómo se ejecuta una llamada en SIP, mostrando los mensajes de petición y respuesta de cada UA y de los servidores normalmente involucrados, también se puede observar en que parte de la mensajería se apertura el canal RTP.

Tabla 2.2 Peticiones y respuestas SIP

<i>Peticiones SIP</i>	<i>Funciones</i>
INVITE	Mensaje de invitación enviado por el llamante
ACK	Respuesta del agente llamante ante mensaje de aceptación de llamada por parte del destino
BYE	Terminación de sesión
CANCEL	Cancelación de petición pendiente
REGISTER	Empleado por usuarios para el registro de su dirección de contacto actual
OPTIONS	Para hacer consulta de capacidades. por ej. Codecs
INFO	Información fuera de banda como DTMF
<i>Respuestas SIP</i>	<i>Funciones</i>
1xx	Mensajes de Información
2xx	Éxito
3xx	Mensaje de desvío
4xx	Error en la petición
5xx	Error de servidor
6xx	Error generalizado

Fuente: TECSUP, Voz y Telefonía IP, p. 20

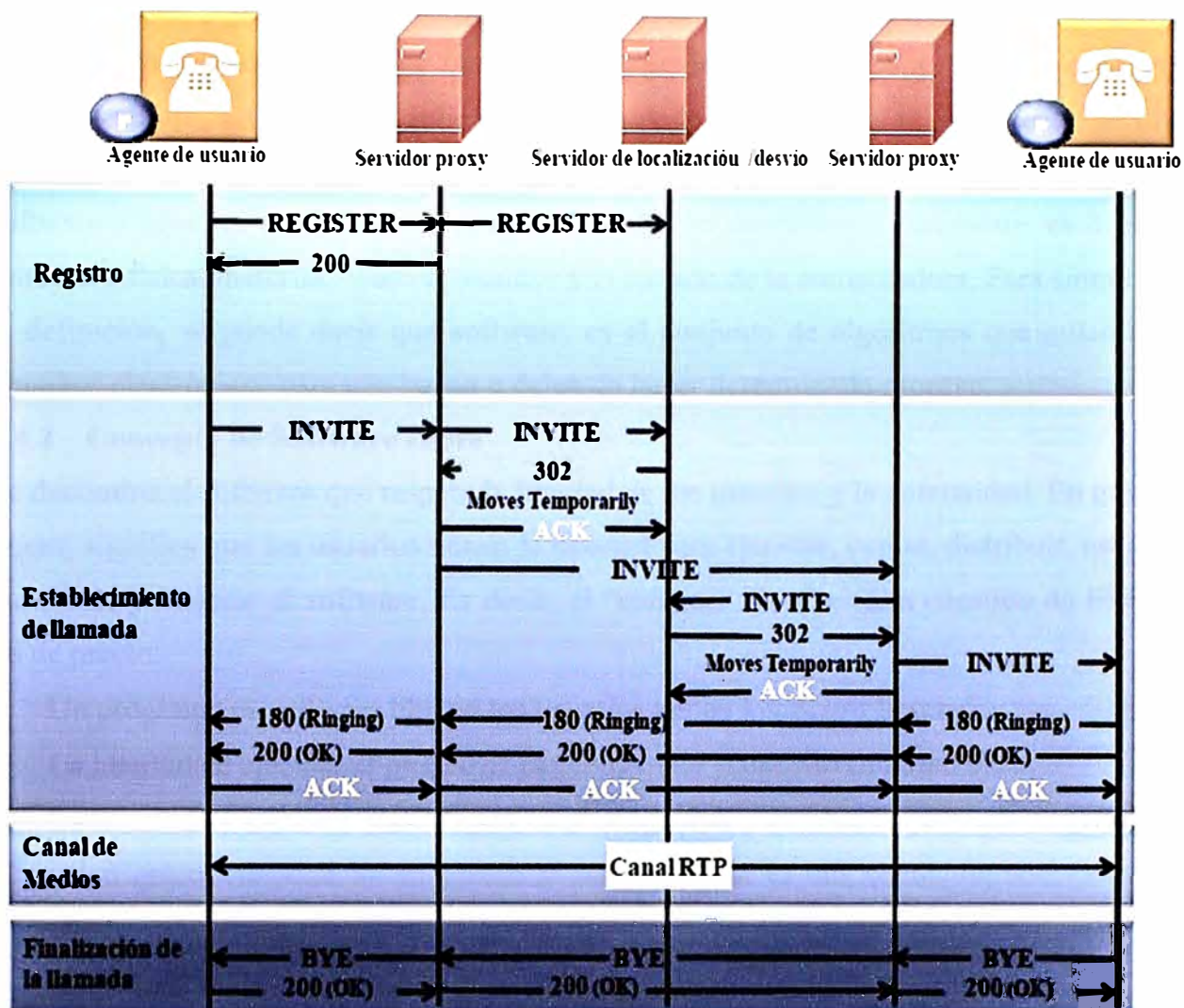


Figura 2.13 Llamada haciendo uso de SIP
Fuente: TECSUP, Voz y Telefonía IP, p. 23

De la figura 2.13 se pueden resumir los siguientes pasos básicos necesarios para llevar a cabo una llamada en SIP:

- Registro, iniciación y localización del usuario.
- Descripción del tipo de sesión a establecer.
- Aceptación de la petición.
- Establecimiento de la llamada.
- Comunicación.
- Terminación de la llamada

2.4 Concepto y aplicaciones de Software Libre.

2.4.1 Definición de Software

Se entiende como el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, reglas,

documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación (Estándar 729 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Así software refiere, no sólo a las aplicaciones, tomando en cuenta su código fuente, archivo binario e interfaz gráfica, sino también a los sistemas operativos. En sí, se entiende como software a aquellos programas de cómputo que hacen funcionar un hardware, es decir, la estructura física, material, como el monitor y el teclado de la computadora. Para simplificar la definición, se puede decir que software, es el conjunto de algoritmos que guían a los circuitos electrónicos para que hagan o dejen de hacer determinado proceso.

2.4.2 Concepto de Software Libre

Se denomina al software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. En grandes líneas, significa que los usuarios tienen la libertad para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. Es decir, el “software libre” es una cuestión de libertad, no de precio.

- Un programa es software libre si los usuarios tienen las cuatro libertades esenciales:
- La libertad de ejecutar el programa para cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- La libertad de redistribuir copias para ayudar a su prójimo (libertad 2).
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3).

Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

En la figura 2.14 se detalla un mapa conceptual de todos los agentes involucrados en el desarrollo de software libre.

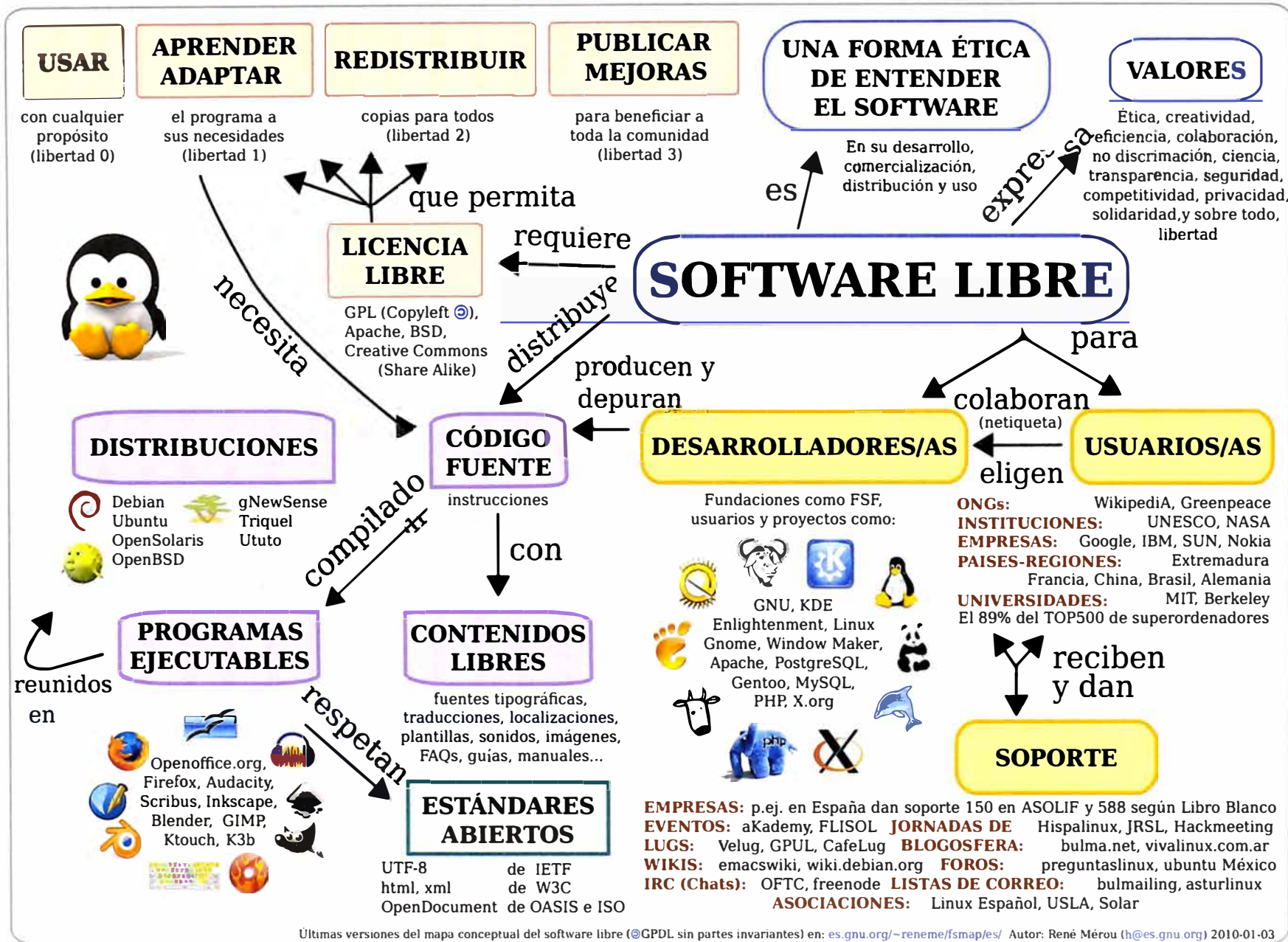


Figura 2.14 Mapa Conceptual de Software Libre
Fuente: Web GNU (es.gnu.org)

2.4.3 Sistema Operativo CentOS

Un sistema operativo (SO) es un conjunto de programas destinados a permitir la comunicación del usuario con un ordenador y gestionar sus recursos de manera eficiente. Comienza a trabajar cuando se enciende el ordenador, y gestiona el hardware de la máquina desde los niveles más básicos.

Un sistema operativo se puede encontrar normalmente en la mayoría de los aparatos electrónicos que son utilizados sin necesidad de estar conectados a una computadora y que emplean microprocesadores para funcionar, ya que gracias a estos es posible entender la máquina y que ésta cumpla con sus funciones (teléfonos móviles, reproductores de DVD, equipos de sonido y computadoras).

CentOS que proviene de las siglas “Community Enterprise Operating System” es una distribución de Linux que proviene como resultado del trabajo en conjunto de una comunidad de contribuidores de software libre y usuarios orientados a desarrollar soluciones que estén disponibles gratuitamente para usuarios que no requieran un gran soporte comercial o económico para lograr sus objetivos.

Las distintas versiones de CentOS fueron desarrolladas teniendo como base la distribución Red Hat Linux. Aunque el sistema operativo Red Hat está compuesto enteramente de Software Libre y de código abierto, se distribuye al público en forma binaria (incluyendo CD-ROM y DVD-ROM), a cambio de una suscripción pagada por los abonados; sin embargo, Red Hat libera el código fuente de su producto bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU, por lo que el uso del código para la creación de la distribución CentOS Linux es una práctica totalmente válida y aceptable. Asimismo, la distribución de productos CentOS cumple completamente con la política de redistribución de Red Hat. Por otro lado, se puede decir que CentOS es casi idéntico al producto Red Hat, excepto que se modifica para eliminar toda la marca Red Hat. CentOS es disponible totalmente gratis, el soporte técnico es proporcionado sobre todo por la comunidad a través de las listas oficiales de correo, foros web y salas de chat, el proyecto no está afiliado con Red Hat y por lo tanto no recibe apoyo financiero o logístico de la empresa; en lugar, el proyecto CentOS depende de las donaciones de los usuarios y patrocinadores de la organización.

Las distintas versiones de CentOS se diseñaron con el objetivo de ofrecer a las empresas y personas soluciones Linux que contribuyan a implementar distintas herramientas tales como servidores de correo, centrales telefónicas, etc. En un esfuerzo por cumplir con este objetivo, CentOS asume los siguientes compromisos:

- Creación de soluciones de fácil mantenimiento.
- Soluciones para trabajar a largo plazo en entornos de producción.
- Un entorno amigable para mantenimiento de usuarios y paquetes.
- Soporte de núcleo a largo plazo.
- Trabajar activamente hacia el desarrollo de soluciones adicionales.
- Una sólida infraestructura de la comunidad.
- Una política abierta de administración.
- Un modelo de negocio abierto.
- Soporte comercial a través de proveedores asociados

2.4.4 Asterisk

Asterisk es una aplicación de software libre (bajo licencia GPL, Licencia Publica General, General Public License) de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI tanto básicos como primarios. Mark Spencer, de Digium, inicialmente creó Asterisk y actualmente es su principal desarrollador, junto con otros programadores que han contribuido a corregir errores y añadir novedades y funcionalidades. Originalmente desarrollado para el sistema operativo GNU/Linux, Asterisk actualmente también se distribuye en versiones para los sistemas operativos BSD, MacOSX y otros, aunque la plataforma nativa (GNU/Linux) es la mejor soportada de todas.

Asterisk incluye muchas características anteriormente sólo disponibles en sistemas costosos propietarios PBX como buzón de voz, conferencias, IVR (Respuesta de Voz Interactiva, Interactive Voice Response), distribución automática de llamadas, y otras muchas más. Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un dialplan en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado por Linux. Para conectar teléfonos estándar analógicos son necesarias tarjetas electrónicas telefónicas FXS o FXO fabricadas por Digium u otros proveedores, ya que para conectar el servidor a una línea externa no basta con un simple módem. Quizá lo más interesante de Asterisk es que soporta muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX (Protocolo de Intercambio en Asterisk, Inter-Asterisk eXchange Protocol) y MGCP. Asterisk puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como gateway entre ambos. Lejos de poder competir con las compañías que comercializan soluciones de VoIP Hardware y Software de alta calidad

como AlcatelLucent, Cisco, Avaya ó Nortel, Asterisk se empieza a adoptar en algunos entornos corporativos como solución de bajo coste junto con SER (Enrutador Expreso SIP, Sip Express Router).

Algunas características de Asterisk:

- Creación de anexos IP (SIP).
- Control, Monitoreo en tiempo real, CDR (Registro de Detalles de Llamadas, Call Detail Records).
- Acceso a base de datos. AstDB, MySQL para almacenar el CDR (AstDB, Base de Datos de Asterisk; MySQL, Mi SQL, Structured Query Language, Lenguaje de Peticiones Estructuradas).
- Interfaz Gráfica.
- Respuesta Interactiva de Voz (IVR).
- Grabación de conversaciones.
- Correo de voz – email.

En la figura 2.15 se muestra una aplicación típica de Asterisk.

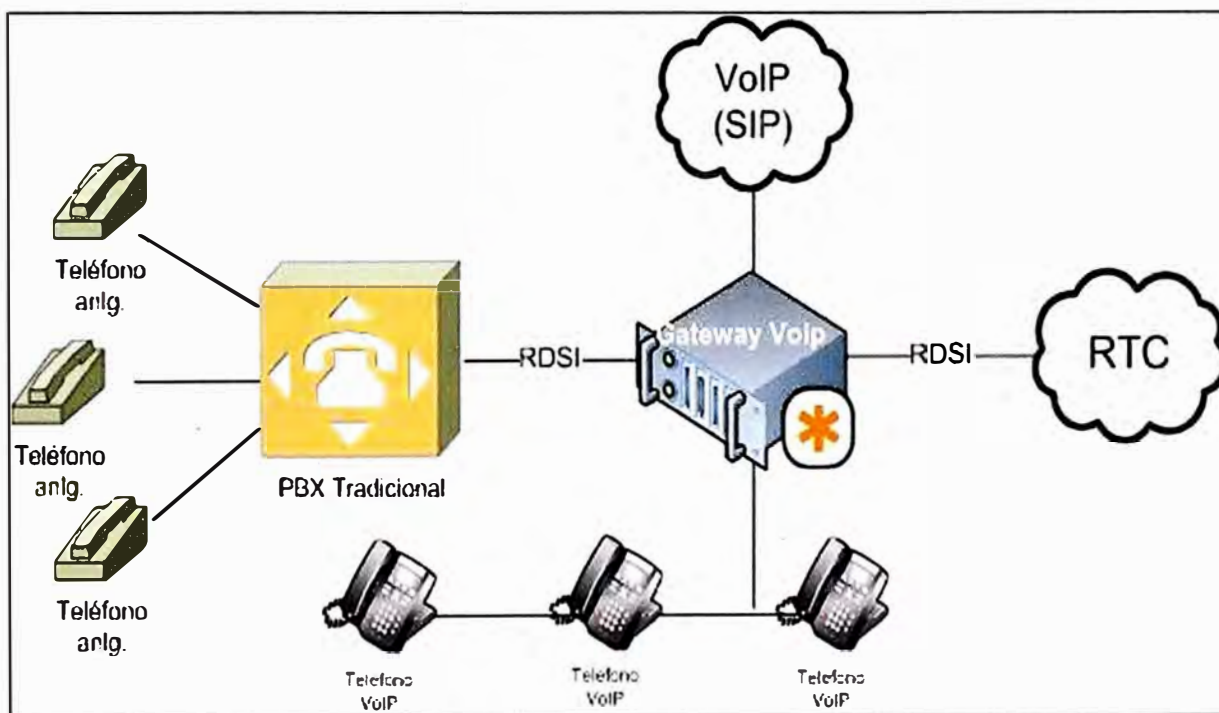


Figura 2.15 Aplicación de Asterisk
Fuente: Tecsup, Voz y Telefonía IP, p. 5

Asterisk conmuta diferentes tipos de canales entre sí. Los canales pueden ser canales físicos o canales lógicos. Cuando un dispositivo desea iniciar una llamada, lo primero que hace es avisar su intención a la plataforma Asterisk.

a) Tratamiento de llamadas iniciadas en un canal fisico DAHDI

Cuando Asterisk “escucha” la intención de iniciar una llamada en un canal fisico DAHDI, consulta el archivo `zapata.conf` en el cual están programadas la configuraciones de cada uno de los canales. Esta configuración asigna diversos parámetros. Entre los parámetros está contexto (“context”) al que deberá acudir en el archivo `extensions.conf`. En contexto está toda la programación de enrutamiento, o bien el inicio de ella, la que puede continuar en otra parte de `extensions.conf`. En el archivo `chan dahdi.conf` también están programados para cada canal parámetros como “grupo” al que pertenece (en `extensions.conf` la llamada se dirige a un grupo de canales y no a cada canal individualmente). En caso que el canal DAHDI tenga conectado un terminal telefónico en su extremo (puerta FXS), también se declara la Identidad del llamante (“callerid”), el cual corresponde al número de anexo, que sirve para identificarlo en la red. La identificación del Llamante (“callerid”) permite validar si el anexo está autorizado para hacer llamadas y para que Asterisk lo acceda en caso de llamadas dirigidas a él.

Las puertas FXS y FXO se declaran en el archivo `dahdi.conf`, respectivamente como `fxoks` y `fxsks`, indicándose así el tipo de señalización con que la tarjeta se intercomunica con el dispositivo. A las puertas de los módulos FXS se conectan terminales telefónicos a los que la tarjeta deberá entregar señalización `fxoks`, mientras que a las puertas de los módulos FXO se conectan líneas telefónicas, por lo tanto la tarjeta debe comportarse como un terminal telefónico, es decir entregar al dispositivo señalización `fxsks`. Los canales conectados a las puertas E1 se declaran en `dahdi.conf` como `bchan` ó `dchan`.

b) Tratamiento de llamadas iniciadas en un dispositivo SIP

Cuando Asterisk “escucha” en la puerta 5060, o mejor dicho, cuando recibe un mensaje que indica intención de iniciar una llamada proveniente de un dispositivo SIP, consulta en el archivo `sip.conf` la declaración que se hizo cuando se configuró ese dispositivo, y establece un canal lógico para comunicarse con él. La información para identificar el dispositivo (`secret`, `username`, `host`) y leer en `sip.conf` su configuración, viene en el mensaje “escuchado” en la puerta 5060. Al momento de configurar el dispositivo en la central Asterisk, se fijan diferentes parámetros, entre ellos el contexto (“context”), parámetro que indica a que parte del archivo `extensions.conf` se debe ir a leer las instrucciones para el tratamiento de las llamadas que él genera.

El contexto (“context”), que se programa en el archivo `extensions.conf`, corresponde a una serie de instrucciones que se deben ejecutar, dependiendo de ciertas condiciones, como por

ejemplo los dígitos que llegaron al Asterisk por el canal lógico y que quedaron almacenados como variable Exten. Entre los canales lógicos se distinguen las “extensiones” o anexos, los que normalmente funcionan con protocolo SIP. Estos canales tienen como terminal un teléfono IP, un softphone o un adaptador ATA. Otro tipo de canales lógicos son las troncales (“trunk”), que proporcionan conectividad con otros servidores Asterisk. Estos canales pueden funcionar con los diversos protocolos de señalización de telefonía IP anteriormente mencionados. Las instrucciones programadas en los contextos (“context”) corresponden al plan de discado, enrutamiento (dial plan) y están orientadas a establecer una conexión (bind) entre el canal lógico por el que llegó la llamada y el canal lógico asociado al dispositivo al que va dirigida la llamada.

Cuando se tiene éxito, este bind deja establecida la llamada entre el llamante y el llamado a través de los respectivos canales lógicos.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Determinación de la demanda de tráfico

La compañía opera con centrales telefónicas del fabricante Huawei tal como se muestra en la figura 3.1, cuenta con 2 centrales modelo SOFTX3000 y una C&C08, estas centrales soportan el tráfico de los servicios demandados como portador local, servicio portador de larga distancia nacional, servicio portador de larga distancia internacional, dentro de esta clasificación se puede enmarcar los productos de Llamada por Llamada, Multicarrier Móvil y Terminación Nacional y Local.

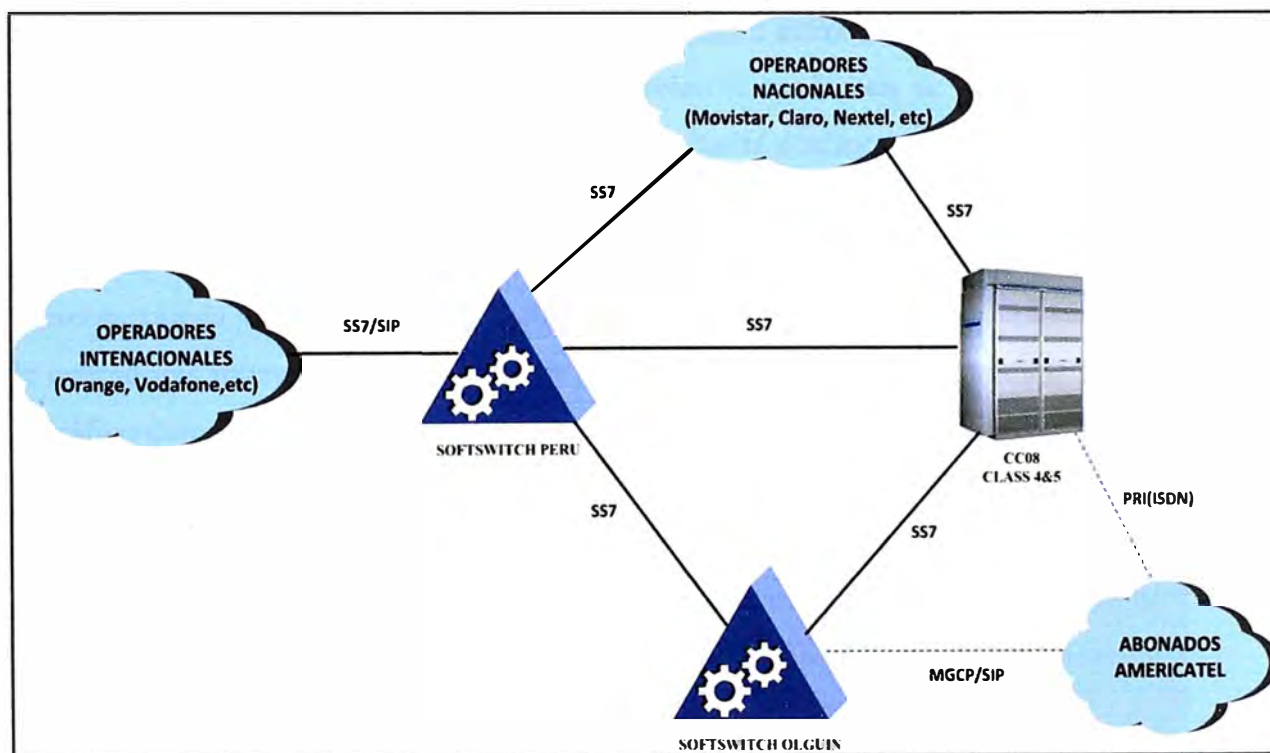


Figura 3.1 Topología general de red de conmutación
Fuente: Elaboración propia

El producto de “Llamada por Llamada” es el que se brinda a los usuarios de telefonía fija de los diferentes operadores telefónicos, para que a través de un código de acceso se pueda realizar llamadas de larga distancia nacional y de larga distancia internacional. Teniendo así la opción de poder elegir un operador distinto al de su cuenta fija para realizar

comunicaciones de larga distancia. Este mismo concepto pero llevado a los usuarios móviles es el que se detalla como Multicarrier móvil, con las restricción de solo poder realizar llamadas internacionales con otro operador distinto al que está suscrito, pudiendo realizar llamadas nacionales solo usando el operador móvil al cual pertenece, esto por un tema regulatorio ya que así lo estableció el Estado Peruano.

Por último se tiene la demanda originada por las terminaciones nacionales e internacionales, que es la venta de tráfico a diferentes operadores internacionales para poder terminar las llamadas que originan dichos operadores.

Estas llamadas pueden tener como destino clientes dentro del territorio nacional o destinos internacionales. Este tipo de tráfico es el que maneja mayor demanda y es vital ofrecer una buena calidad en las terminaciones como en la calidad de las llamadas.

A continuación se muestra las tablas con la distribución de las interconexiones que se tiene con operadores nacionales e internacionales.

En la tabla 3.1 se muestra el listado de los operadores internacionales interconectados a las centrales de Americatel, estos operadores envían llamadas en su mayoría hacia destinos locales y nacionales de Perú, así como también hacia destinos internacionales. Asimismo, estas inteconexiones se emplean para terminar llamadas hacia destinos internacionales. Esta tabla también muestra la cantidad de canales de voz usados por cada una de las interconexiones y el protocolo de señalización usada, donde hay una gran preponderancia de operadores interconectados mediante el protocolo SIP, los cuales manejan gran cantidad de tráfico como se detallará mas adelante.

Tabla 3.1 Listado de Operadores Internacionales interconectados con Americatel.

Operadores Internacionales	Cantidad de E1s	Cantidad de Canales de voz	Protocolo de Señalización
Entel Chile	11	330	SS7
Telefónica del Perú	3	90	SS7
AT&T USA	6	180	SS7
Orange Barcelona	6	180	SS7
Orange Madrid	6	180	SS7
Global-Backbone	2	60	SS7
IDT International	2	60	SS7
IDT	18	540	SIP
Vodafone	16	480	SIP

Intelcom	16	480	SIP
Teleglobe	13	390	SIP
UsMatrix	10	300	SIP
Atlantel	10	300	SIP
Skype	8	240	SIP
Teletel	8	240	SIP
BTS	3	90	SIP
Crossfone	6	180	SIP
Broadband	6	180	SIP
Ibasis	5	150	SIP
Geotel	3	90	SIP
Etelix	3	90	SIP
Computertel	2	60	SIP
Americatel USA	2	60	SIP
Parallel Chile	2	60	SIP

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.2 se muestra la distribución y asignación de cantidad de canales de voz para los operadores nacionales interconectados con Americatel entre los cuales predomina los enlaces con Telefónica del Perú, ya que estos son los principalmente usados para terminar llamadas hacia la red fija de telefonía tanto en Lima como en provincias a través de las diferentes interconexiones establecidas en cada región y de las 2 centrales locales en Lima, Washington y San Isidro, las cuales presentan la mayor cantidad de canales de voz.

Tabla 3.2 Listado de operadores Nacionales interconectados con Americatel.

Operadores Nacionales	Cantidad de E1s	Cantidad de Canales de voz	Punto de Señalización
Claro Fijo	4	120	1000
Claro Móvil	2	60	1001
Movistar Móvil	2	60	15404
Movistar Fijo	1	30	4852
Level 3	2	60	1625
Telefónica Washington	21	630	433
Telefónica San Isidro	23	690	33
Telefónica Amazonas	1	30	4227
Telefónica Ancash	3	90	4351

Telefónica Apurímac	1	30	3327
Telefónica Arequipa	5	150	3390
Telefónica Ayacucho	1	30	2689
Telefónica Cajamarca	1	30	4421
Telefónica Cusco	2	60	3327
Telefónica Huancavelica	1	30	2751
Telefónica Huánuco	1	30	2623
Telefónica Ica	2	60	2239
Telefónica Junín	3	90	2751
Telefónica La Libertad	6	180	4477
Telefónica Lambayeque	3	90	4287
Telefónica Loreto	2	60	2367
Telefónica Madre de Dios	1	30	3269
Telefónica Moquegua	1	30	3199
Telefónica Pasco	1	30	2623
Telefónica Piura	3	90	4223
Telefónica Puno	1	30	3263
Telefónica San Martín	1	30	4415
Telefónica Tacna	1	30	3199
Telefónica Tumbes	1	30	4167
Telefónica Ucayali	1	30	2431

Fuente: Elaboración propia

Estos enlaces con Telefónica del Perú son usados para poder recibir el tráfico del servicio de llamada por llamada desde Lima y provincias hacia destinos nacionales e internacionales, en el caso de las llamadas hacia destinos internacionales son enviadas por las interconexiones de la tabla 3.1. Las llamadas que tienen como número llamado alguna serie fija del operador Telefónica son entregadas hacia la central de la respectiva provincia de destino o hacia las centrales en Lima en caso de un destino local. En esta lista también se observa las interconexiones con los operadores móviles a través de los cuales se envía todo el tráfico que tiene como destino un abonado móvil o fijo inalámbrico, tanto del operador Claro como de Movistar. También se recibe de la red del operador celular las llamadas del servicio multicarrier móvil hacia diferentes destinos internacionales, estas llamadas son terminadas por las interconexiones internacionales indicadas en la tabla 3.1. Todas estas interconexiones son las configuradas en las centrales de la compañía y en conjunto con los abonados de telefonía fija propios de la empresa son las que genera el

tráfico que se tiene cursando. Se revisó el historial del año 2012 respecto a la cantidad de tráfico que generaron las interconexiones y los abonados donde en la tabla 3.3 se presenta el detalle de la cantidad de intentos y minutos cursados hacia destinos móviles y fijos nacionales en la hora pico de dicho año, la cual se dió a las 10 a.m del 13 de mayo de dicho año, esto se muestra en la figura 3.2. Cabe indicar que solo se detalla el tráfico hacia destinos móviles y fijos nacionales dado que este tráfico es el que se ve afectado con la implementación de la portabilidad numérica.

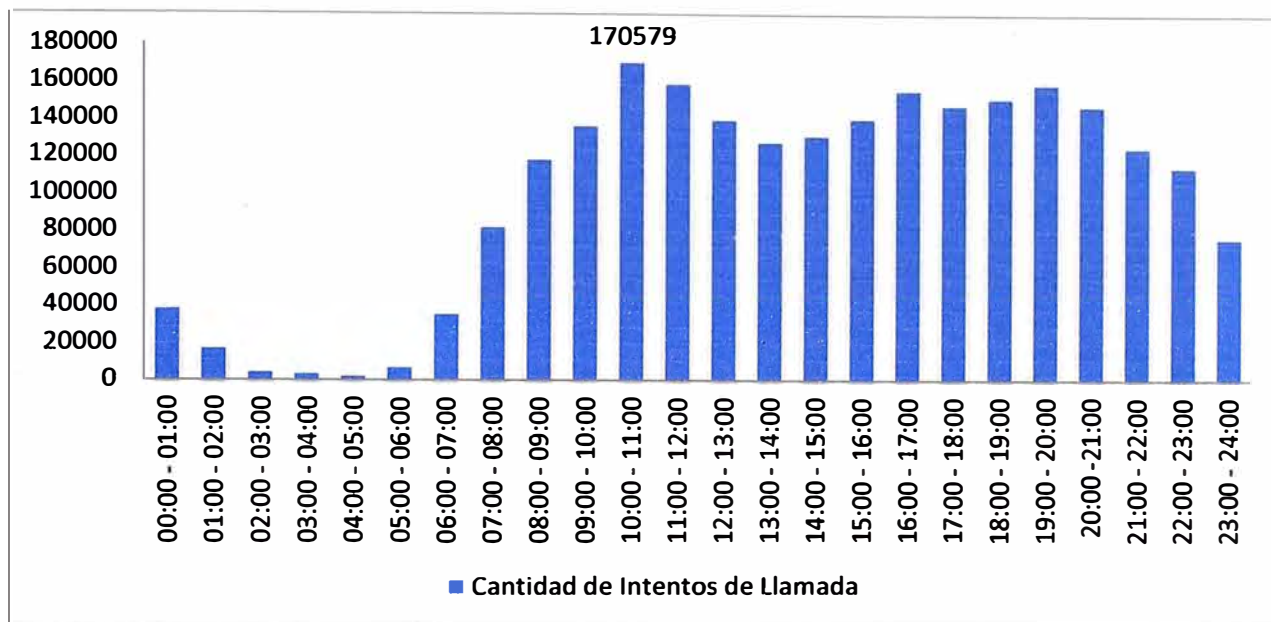


Figura 3.2 Cantidad de intentos de llamadas a destinos fijos y móviles del 13/05/2014
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3 Cantidad de intentos y minutos de tráfico inbound en hora pico del año 2012

Origen	Tráfico a Destino Fijo		Tráfico a Destino Móvil	
	Intentos	Minutos	Intentos	Minutos
Abonados Americatel	28281	49636,94	6548	7774,25
Claro Fijo	313	203,28	0	0,00
Telefónica Washington	787	1671,64	0	0,00
Telefónica San Isidro	680	1386,31	0	0,00
Telefónica Amazonas	63	90,04	0	0,00
Telefónica Ancash	115	340,67	0	0,00
Telefónica Apurímac	26	22,32	0	0,00
Telefónica Arequipa	325	369,66	0	0,00
Telefónica Ayacucho	46	41,59	0	0,00
Telefónica Cajamarca	126	177,27	0	0,00
Telefónica Cusco	150	186,34	0	0,00
Telefónica Huancavelica	43	63,79	0	0,00

Telefónica Huánuco	33	85,55	0	0,00
Telefónica Ica	263	218,81	0	0,00
Telefónica Junín	146	170,25	0	0,00
Telefónica La Libertad	291	500,96	0	0,00
Telefónica Lambayeque	209	229,30	0	0,00
Telefónica Loreto	155	95,37	0	0,00
Telefónica Madre de Dios	24	50,38	0	0,00
Telefónica Moquegua	58	115,85	0	0,00
Telefónica Pasco	23	28,22	0	0,00
Telefónica Piura	386	495,85	0	0,00
Telefónica Puno	100	115,56	0	0,00
Telefónica San Martín	55	77,54	0	0,00
Telefónica Tacna	109	114,83	0	0,00
Telefónica Tumbes	21	44,15	0	0,00
Telefónica Ucayali	48	51,62	0	0,00
Entel Chile	12420	25500,25	2191	4500,04
Telefónica del Perú	297	343,39	0	0,00
AT&T USA	1109	3528,12	260	827,58
Orange Barcelona	3034	10181,17	494	1657,40
Orange Madrid	3612	11620,71	587	1891,74
Global-Backbone	146	139,17	0	0,00
IDT International	0	0,00	1149	624,07
IDT	9188	35320,47	1882	7234,31
Vodafone	11177	30989,99	2794	7747,50
Intelcom	4131	7024,85	617	1049,69
Teleglobe	10612	22436,91	1872	3959,46
UsMatrix	8590	33954,32	0	0,00
Atlantel	16714	23756,73	1857	2639,64
Skype	8116	18320,05	901	2035,56
Teletel	7822	29698,76	1717	6519,24
BTS	1679	2155,12	207	266,36
Crossfone	2870	6940,94	506	1224,87
Broadband	1441	4240,50	0	0,00
Ibasis	2163	6456,64	646	1928,61
Geotel	768	226,55	191	56,64
Etelix	179	141,53	47	37,62
Computertel	2438	7565,02	301	935,00
Americatel USA	73	103,90	73	103,90
Parallel Chile	3385	6492,64	899	1725,89

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se muestran en la tabla 3.4 recopilan las estadísticas de reportes de tráfico del área de “Ingeniería de Tráfico y Telefonía” de la empresa Americatel Perú, donde se determina el tráfico proyectado a corto plazo (3 años) y largo plazo (5 años) que cursarán los abonados y las interconexiones mencionadas hacia destinos de telefonía fija y móvil nacional. Estas estadísticas se elaboraron en base a las proyecciones de crecimiento de red realizadas por el área de “Dirección de Estudios” de la empresa donde determinan un crecimiento de 17% a corto plazo y de 35% a largo plazo.

Tabla 3.4. Proyección de crecimiento de tráfico

Origen	Tráfico Actual		Proyección a Corto Plazo		Proyección a Largo Plazo	
	Intentos	Minutos	Intentos	Minutos	Intentos	Minutos
Abonados Americatel	34829	57411,19	38311	63152,31	41794	68893,43
Claro Fijo	313	203,28	344	223,61	375	243,94
Telefónica Washington	787	1671,64	865	1838,81	944	2005,97
Telefónica San Isidro	680	1386,31	748	1524,94	816	1663,57
Telefónica Amazonas	63	90,04	69	99,04	75	108,05
Telefónica Ancash	115	340,67	126	374,74	138	408,80
Telefónica Apurímac	26	22,32	28	24,55	31	26,79
Telefónica Arequipa	325	369,66	357	406,62	390	443,59
Telefónica Ayacucho	46	41,59	50	45,74	55	49,90
Telefónica Cajamarca	126	177,27	138	194,99	151	212,72
Telefónica Cusco	150	186,34	165	204,97	180	223,61
Telefónica Huancavelica	43	63,79	47	70,17	51	76,55
Telefónica Huánuco	33	85,55	36	94,10	39	102,66
Telefónica Ica	263	218,81	289	240,69	315	262,57
Telefónica Junín	146	170,25	160	187,27	175	204,30
Telefónica La Libertad	291	500,96	320	551,06	349	601,15
Telefónica Lambayeque	209	229,30	229	252,23	250	275,16
Telefónica Loreto	155	95,37	170	104,91	186	114,45
Telefónica Madre de Dios	24	50,38	26	55,42	28	60,46
Telefónica Moquegua	58	115,85	63	127,43	69	139,01
Telefónica Pasco	23	28,22	25	31,04	27	33,86
Telefónica Piura	386	495,85	424	545,43	463	595,02
Telefónica Puno	100	115,56	110	127,11	120	138,67
Telefónica San Martín	55	77,54	60	85,29	66	93,04
Telefónica Tacna	109	114,83	119	126,31	130	137,79
Telefónica Tumbes	21	44,15	23	48,56	25	52,98
Telefónica Ucayali	48	51,62	52	56,78	57	61,94

Entel Chile	14611	30000,29	17533	36000,35	20455	42000,41
Telefónica del Perú	297	343,39	356	412,07	415	480,75
AT&T USA	1369	4355,71	1642	5226,85	1916	6097,99
Orange Barcelona	3528	11838,57	4233	14206,28	4939	16573,99
Orange Madrid	4199	13512,45	5038	16214,94	5878	18917,43
Global-Backbone	146	139,17	175	167,00	204	194,84
IDT International	1149	624,07	1378	748,88	1608	873,70
IDT	11070	42554,79	13284	51065,74	15498	59576,70
Vodafone	13971	38737,49	16765	46484,99	19559	54232,48
Intelcom	4748	8074,54	5697	9689,45	6647	11304,36
Teleglobe	12484	26396,37	14980	31675,64	17477	36954,91
UsMatrix	8590	33954,32	10308	40745,18	12026	47536,05
Atlantel	18571	26396,37	22285	31675,64	25999	36954,91
Skype	9017	20355,61	10820	24426,73	12623	28497,85
Teletel	9539	36218,00	11446	43461,60	13354	50705,19
BTS	1886	2421,48	2263	2905,77	2640	3390,07
Crossfone	3376	8165,81	4051	9798,97	4726	11432,14
Broadband	1441	4240,50	1729	5088,60	2017	5936,70
Ibasis	2809	8385,25	3370	10062,29	3932	11739,34
Geotel	959	283,19	1150	339,83	1342	396,47
Etelix	226	179,15	271	214,98	316	250,81
Computertel	2739	8500,02	3286	10200,03	3834	11900,03
Americatel USA	146	207,81	175	249,37	204	290,93
Parallel Chile	4284	8218,53	5140	9862,24	5997	11505,94

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3.4 se puede resaltar que el crecimiento de tráfico proyectado es más notorio en las interconexiones internacionales debido a que la empresa esta focalizando el negocio de telefonía hacia el sector mayorista. Además se muestra la cantidad de intentos de llamadas a destinos fijos y móviles, esta información es importante dado a que todos los intentos de llamadas serán enviadas a la plataforma de portabilidad, la cual debe contar con la capacidad suficiente para identificar el operador al cual pertenece el destino y devolver esta información a las centrales a fin de que enruten correctamente las llamadas al operador correspondiente.

3.2 Alternativas de solución disponibles en el mercado

De acuerdo a las recomendaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones la técnica de encaminamiento de llamadas para la implementación de la portabilidad numérica es la denominada: Consulta de todas las llamadas (All Call Query), véase en el

anexo C la metodología de selección de esta técnica. Como se muestra en la figura 3.3, en esta técnica, todas las llamadas generan una consulta a una Red Inteligente para determinar si el número está portado, y de estarlo, bajo qué condiciones y hacia qué operador, central y número de abonado. La consulta a la base de datos se realiza directamente por parte de la red de origen antes del encaminamiento de cualquier llamada, de modo que en el caso de que el número haya sido portado, se enrute directamente, la llamada a la red receptora, sin que la red donante intervenga en la gestión.

Dentro de las ventajas ofrecidas por esta técnica se tienen:

- Administración de base de datos más sencilla.
- Método óptimo en cuanto a calidad ofrecida para mucho tráfico de portabilidad.
- Mayor independencia de recursos de terceros.
- Permite que el control del establecimiento de la llamada se mantenga por la red de origen siendo más eficiente y flexible.

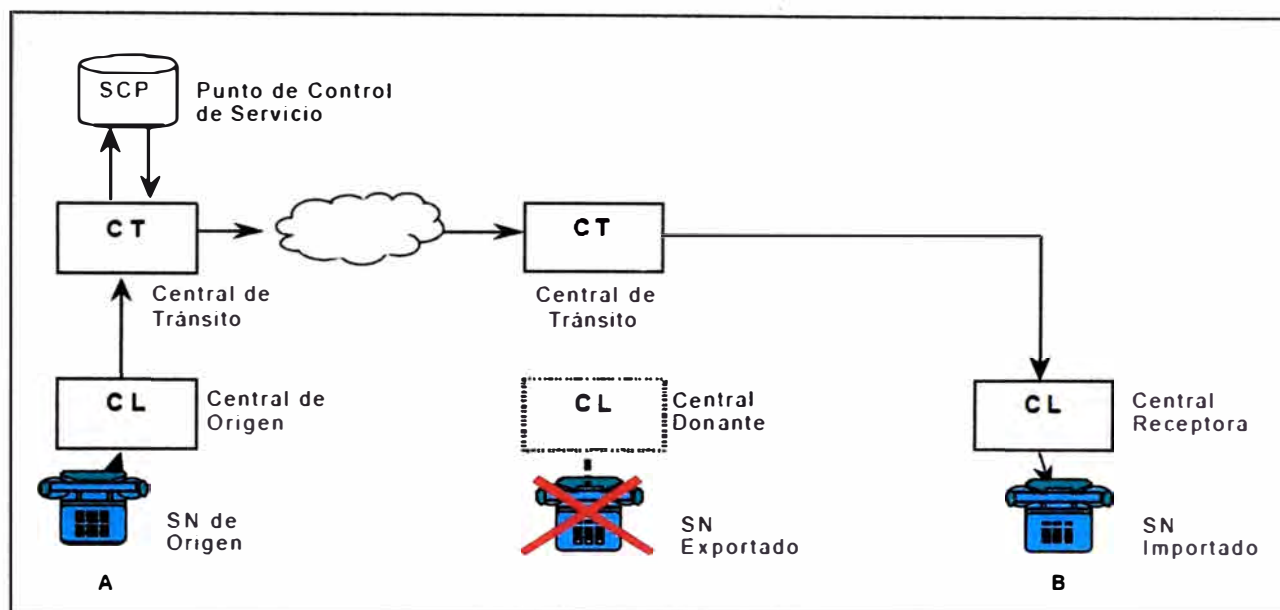


Figura 3.3 Técnica de Consulta de todas las llamadas (All Call Query)

Fuente: MTC, Estudio sobre portabilidad numérica, p. 8

Para implementar la solución de portabilidad numérica en la red de telefonía de la compañía operadora se presentaron 2 alternativas disponibles en el mercado detalladas a continuación.

3.2.1 Propuesta Huawei

Se presenta con una solución basada en red inteligente que ya ha venido implementando con otros operadores a nivel internacional, el esquema general se presenta en la figura 3.4.

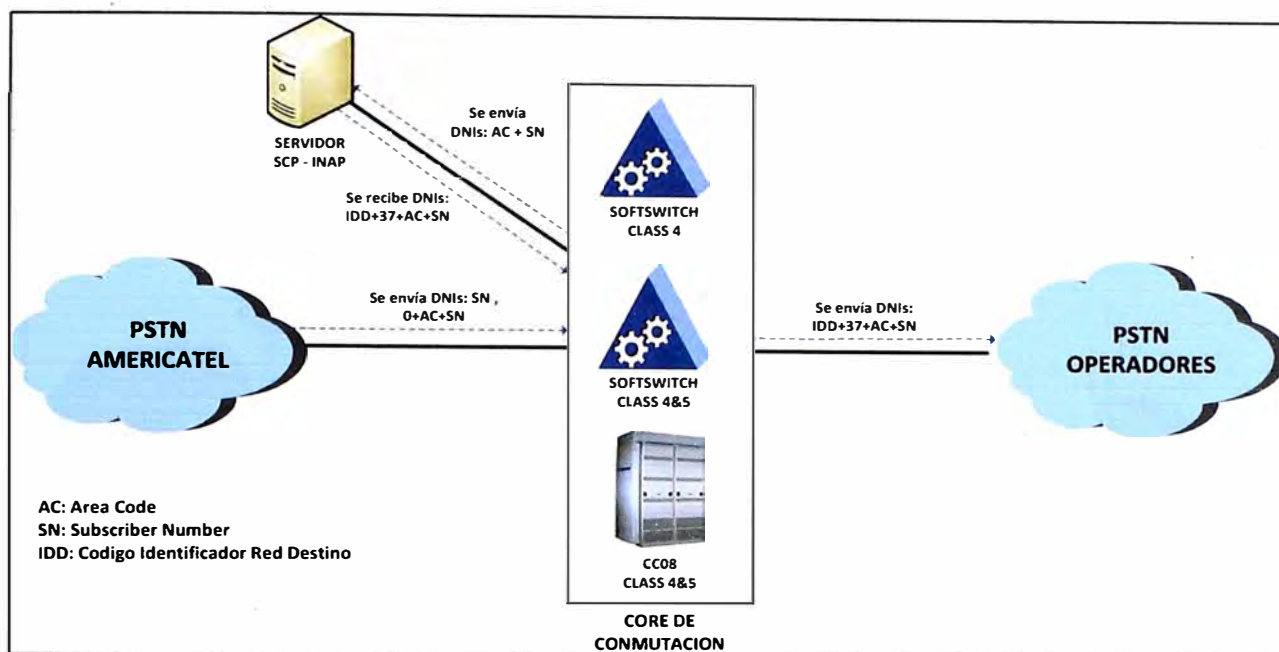


Figura 3.4 Solución de Portabilidad Numérica Huawei

Fuente: Elaboración propia

Se plantea conectar las centrales a un servidor SCP mediante INAP, este servidor contiene una base de datos con la información de los números telefónicos que fueron portados de un operador a otro. Las centrales antes de enrutar la llamada a un operador envían una consulta al servidor para conocer el operador al cual pertenece el número discado por el cliente, el servidor busca en su base de datos y responde la consulta con un código identificador, cada compañía operadora cuenta con un código exclusivo de portabilidad, asignado a solicitud por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Con el código identificador que devuelve el servidor SCP, las centrales determinan el enrutamiento final de la llamada y se deriva al operador final mediante señalización número 7 de acuerdo al formato establecido en el plan fundamental de señalización.

3.2.2 Propuesta Acanto

Se presenta con una solución basada en Software libre con servidores fabricados para optimizar el uso de Asterisk. Como se muestra en la figura 3.5 las centrales se conectan a 2 servidores Asterisk mediante protocolo de señalización N° 7, estos servidores a su vez se conectan mediante a un servidor MySQL donde se encuentra alojada la base de datos con la información de números portados. En esta solución, las centrales envían todas las llamadas a los servidores Asterisk, los cuales generan una nueva llamada con el código de portabilidad identificador del operador destino. Adicionalmente la solución permite obtener CDRs de las llamadas que pasan por los servidores con lo cual se pueden obtener

indicadores de calidad en tiempo real; asimismo, los procesos de las plataformas Asterisk pueden ser monitoreadas mediante SNMP a fin de detectar caídas de link de señalización, bloqueo de canales, saturación de uso de recursos de CPU, etc.

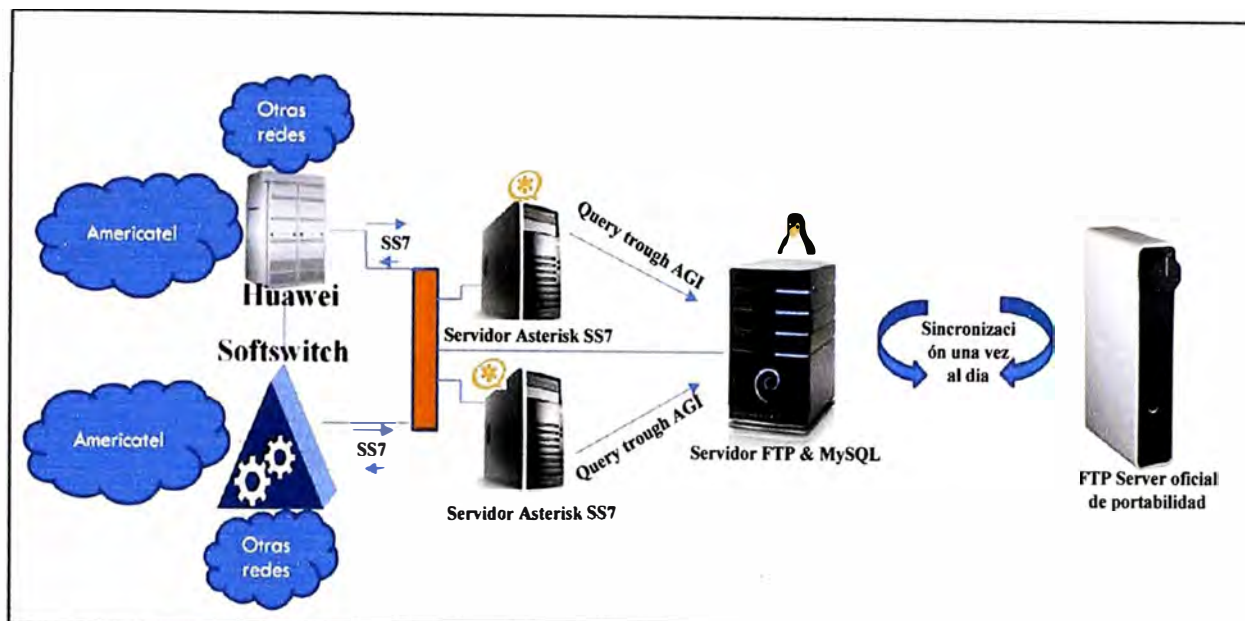


Figura 3.5 Solución de Portabilidad Numérica Acanto

Fuente: Acanto

3.3 Solución del problema

3.3.1 Primeras Implementaciones

La compañía cuenta con una solución en producción para la portabilidad numérica en el servicio de telefonía móvil, la cual fue implementada el año 2010, la solución está basada en software libre y empleando servidores genéricos HP Proliant. Como se observa en la figura 3.6 los servidores HP tienen instalados Asterisk y están interconectados a las centrales mediante señalización SS7.

Para completar una llamada a un destino móvil las centrales envían un mensaje IAM a los servidores Asterisk y estos consultan a su vez el número llamado en la base de datos de portabilidad, la base de datos responde la consulta con una etiqueta que contiene el código del operador al cual pertenece el número móvil consultado, luego los servidores Asterisk liberan la llamada con parámetros adicionales en el mensaje REL, en estos parámetros adicionales se informa a las centrales el código de portabilidad con el cual la llamada debe ser enrutada al operador móvil final. La técnica descrita se denomina REL- rerouting y será detallada más adelante.

Si bien esta solución ha estado operando sin mayores problemas no se ha considerado que brinde las garantías necesarias para seguir reutilizandola para la implementación de la

portabilidad en el servicio de telefonía fija, esto dado a que no se encuentra configurada en un esquema de alta disponibilidad tanto en relación a las interconexiones a las centrales ni tampoco hacia la base de datos de portabilidad, en tal sentido, se ha visto por conveniente la implementación una nueva plataforma que ofrezca mayor disponibilidad de servicio; asimismo, dado a que las centrales Softswitch soportan SIP, se determinó que para esta central la técnica de re-enrutamiento de llamadas sea mediante la técnica de SIP-Redirect, dado las ventajas de una comunicación por conmutación de paquetes frente a una realizada mediante conmutación de circuitos.

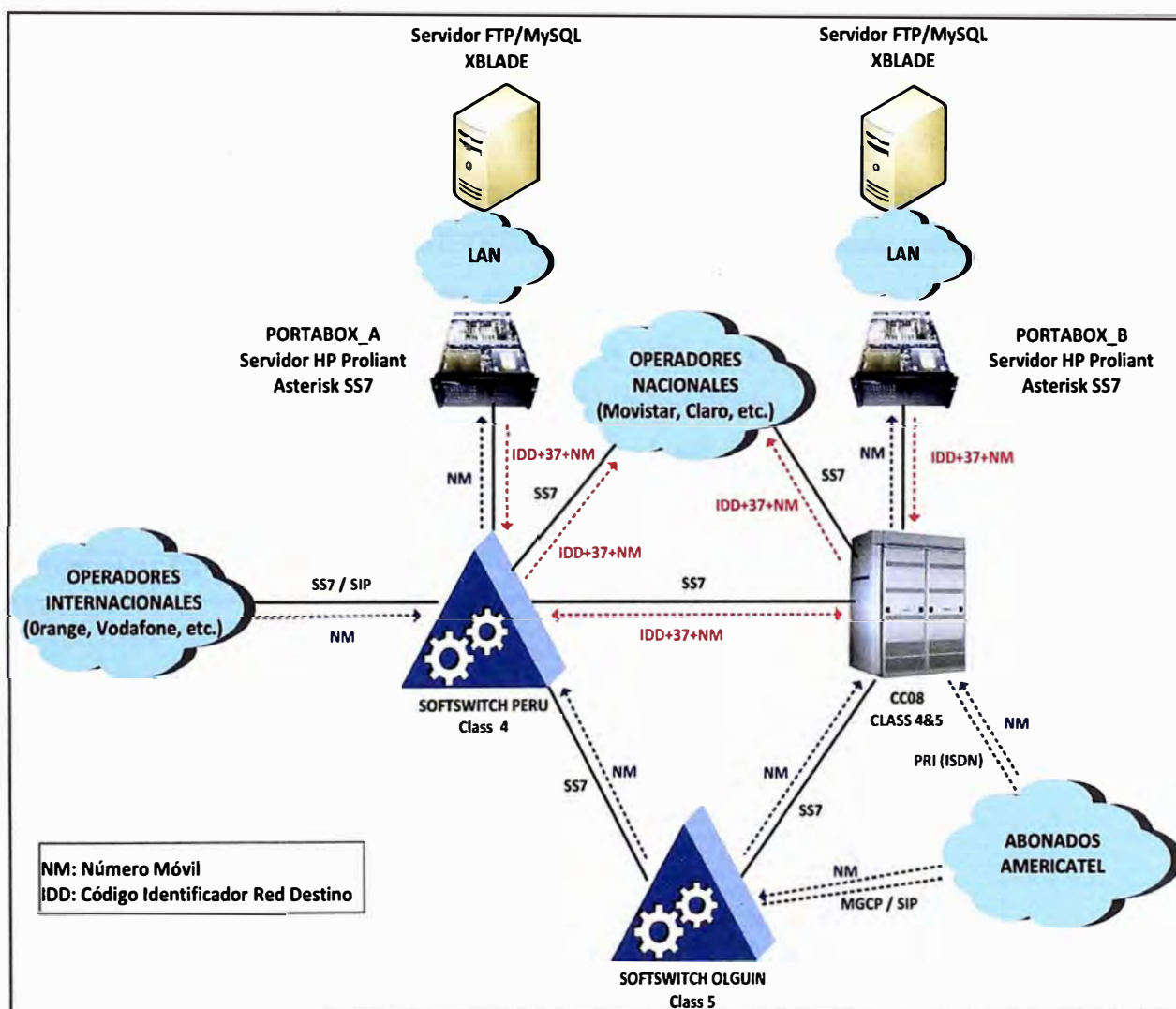


Figura 3.6 Solución implementada en el año 2010 para enrutamiento de llamadas a destinos móviles. Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Concepto básico de la solución

En una red de centrales telefónicas convencional las llamadas son enrutadas por cada una de ellas de acuerdo al plan de numeración que contengan en sus bases de datos respectivas.

La portabilidad numérica modifica los planes de numeración permitiendo que un número perteneciente a una serie que estaba asignada originalmente a una compañía operadora pueda ser configurado en la red de otra. Como consecuencia, en las centrales ya no pueden enrutarse las llamadas simplemente con el plan de numeración que conocen; sin embargo, si pueden enrutar las llamadas correctamente si conocen el código de portabilidad identificador de cada compañía operadora, el código referido se obtiene de la consulta realizada a la plataforma de portabilidad, una vez conocido el código de portabilidad las centrales deben re-enrutar la llamada, para que esto sea posible se emplean 2 técnicas de acuerdo al tipo de interconexión.

a) RELEASE Rerouting.- Para las interconexiones con SS7 existen un número importante de parámetros opcionales no usados, que pueden ser definidos para un uso específico, con estos parámetros es posible brindar servicios de traducción y otros. Analizando el mensaje RELEASE (REL), que permite en su forma actual, indicar a la red telefónica que el circuito utilizado en una llamada establecida se libera, tenemos en la especificación Q.763 del ITU los parámetros que hacen mención a la posibilidad de redireccionar llamadas a un número diferente al indicado por el abonado que origino la llamada, véase anexo D. En la figura 3.7 se muestra el flujo de una llamada completada con esta funcionalidad. Asimismo, se muestra en la figura 3.8 el trazado de la llamada en la central AMERICATEL PC 1948.

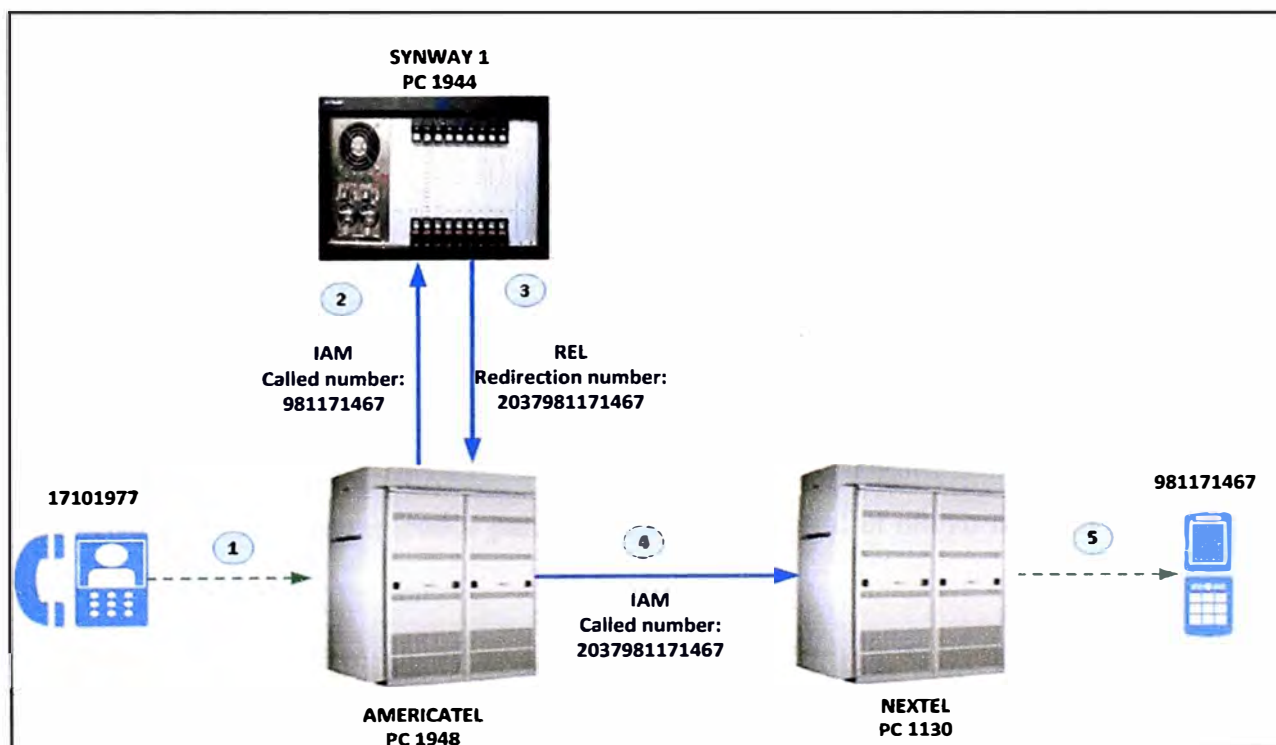


Figura 3.7 Funcionalidad Release Rerouting. Fuente: Elaboración propia

Module	CCB/CR	Circuit	Msg type	Time	Msg name
Trace successfully!					
< 5	5760	2302	ISUP	20:01:27:52/09-03	IAM
> 5	5760	2302	ISUP	20:01:27:58/09-03	ACM
> 5	5760	2302	ISUP	20:01:27:60/09-03	REL
< 5	5760	2302	ISUP	20:01:27:60/09-03	RLC
< 5	5763	1087	ISUP	20:01:27:72/09-03	IAM
> 5	5763	1087	ISUP	20:01:30:89/09-03	ACM
> 5	5763	1087	ISUP	20:01:33:81/09-03	ANM
> 5	5763	1087	ISUP	20:01:45:76/09-03	REL
< 5	5763	1087	ISUP	20:01:45:76/09-03	RLC

Pause: 20hour 1minute 52second ---2014year 9month 3day

Figura 3.8 Trazado de llamada en central AMERICATEL PC 1948

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.7 se indica la siguiente secuencia de la llamada:

1. El número 17101977 perteneciente a la central AMERICATEL origina una llamada al número móvil 981171467.
2. La central AMERICATEL enruta esta llamada al equipo SYNWAY 1 y envía un mensaje IAM cuyos parámetros de “Called Party Number” se muestran en la figura 3.9.

```

*****Mandatory Variable part*****
Called party number
00001000 Length indicator of Called party number:08
1----- Odd/even indicator           :odd number of address signals
-0000001 Nature of address indicator   :subscriber number @
0----- Internal network number indicator (INH ind.):routing to internal network number allowed
-001---- Numbering plan indicator      :ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164)
----0000 spare                         :Spare(Spare)
address signal,F indicates ST,address complete
***** 981171467F E → called_number
***** Filler:0
    
```

Figura 3.9 Mensaje IAM recibido por SYNWAY 1.

Fuente: Elaboración propia.

3. El servidor SYNWAY 1 realiza la liberación de la llamada entrante con la información de redireccionamiento al número móvil destino. En la figura 3.10 se muestran los parámetros opcionales empleados para informar a la central el nuevo número al cual debe enrutarse la llamada.

```

*****Optional part*****
00010011 Redirection information
00000010 Length indicator of Redirection information:02
Redirection information
0011---- Original redirection reasons:unconditional @
----0--- spare:00
----001 Redirecting indicator      :call rerouted @
0011---- Redirecting reason        :unconditional
----0--- spare:00
----001 Redirection counter:01
00001100 Redirection number
Redirection number
00001001 Length indicator of Redirection number:09
0----- Odd/even indicator          :even number of address signals
-0000000 Nature of address indicator :spare
0----- Internal network number indicator:routing to internal network number allowed
-001---- Numbering plan indicator    :ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164)
----0000 spare                      :Spare(Spare)
Address signal,F indicates address complete
*****2037981171467***** → redirection_number
00000000 End of optional parameter

```

Figura 3.10 Mensaje REL enviado por SYNWAY 1. Fuente: Elaboración propia.

4. La central AMERICATEL origina una nueva llamada con la información de redireccionamiento recibida identificando que el número móvil le pertenece a la empresa Nextel, en la figura 3.11 se muestran los parámetros del mensaje IAM enviado a dicho operador.

```

*****Mandatory Variable part*****
Called party number
00001001 Length indicator of Called party number:09
0----- Odd/even indicator          :even number of address signals
-0000001 Nature of address indicator :subscriber number @
0----- Internal network number indicator (INH ind.):routing to internal network number allowed
-001---- Numbering plan indicator    :ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164)
----0000 spare                      :Spare(Spare)
address signal,F indicates ST,address complete
*****2037981171467F***** → called_number

```

Figura 3.11 Mensaje IAM enviada a operador final. Fuente: Elaboración propia.

5. La central de NEXTEL completa la llamada.

b) SIP Redirect.- Para las interconexiones con SIP existen una gran variedad de funcionalidades definidas en la RFC 3261, una de ellas permite redireccionar llamadas consultando a un Redirect SIP Server, esta entidad en vez de reenviar los mensajes a la entidad adecuada siempre responde con una respuesta especial de la clase 3XX de

redirección, indicando la dirección adecuada a la que hay que enviar la petición. El UA que recibe este mensaje de redirección debe repetir la petición enviándola a la URL a la que ha sido redirigido. En la figura 3.12 se muestra un ejemplo de un Redirect SIP Server.

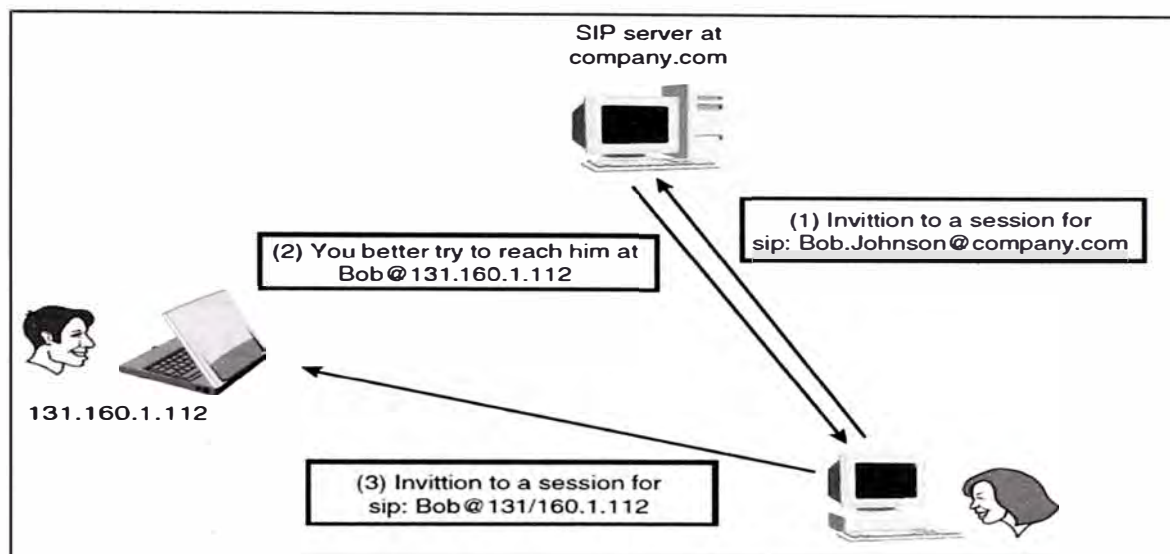


Figura 3.12 Redirect SIP Server

Fuente: Gonzalo Camarillo, SIP Demystified, p.99

Empleando esta técnica para portabilidad, se muestra en la figura 3.13 el flujo de una llamada entre el abonado 17101977 y el número móvil de Nextel 981171467. Asimismo, en la figura 3.14 se muestra el trazado de la llamada en la central AMERICATEL PC 1937.

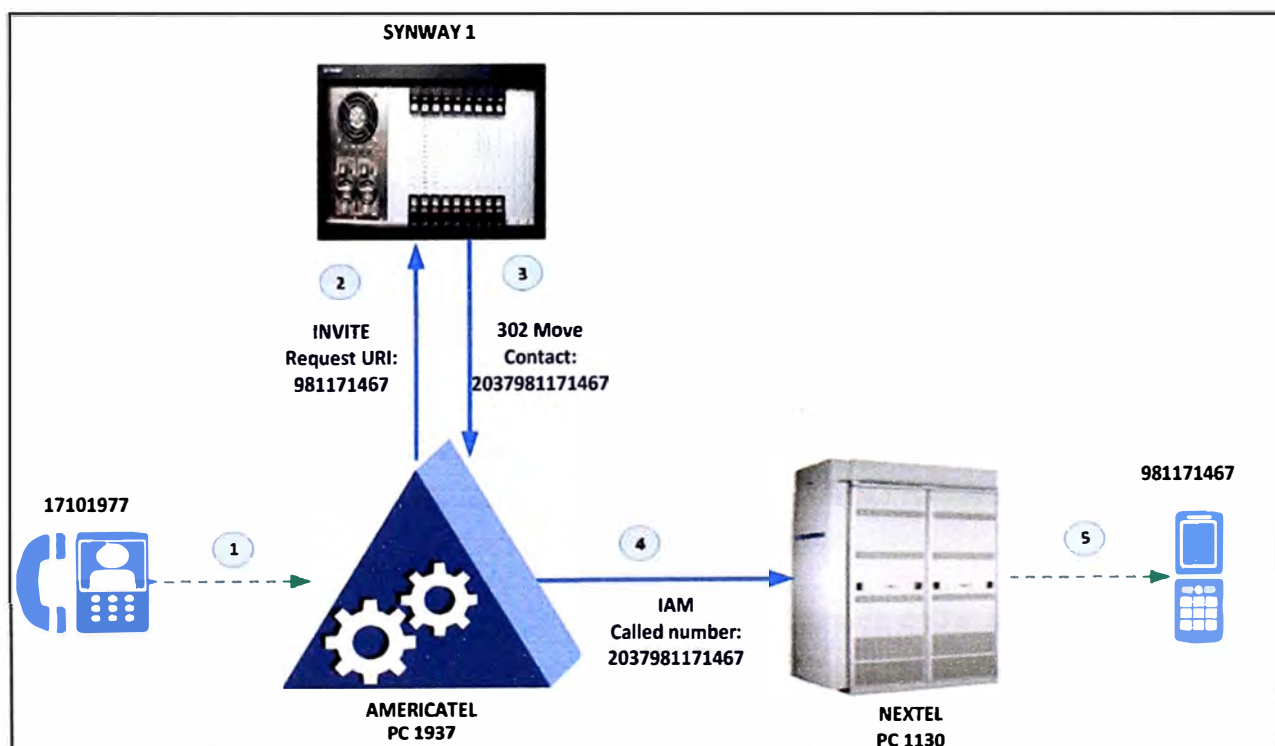


Figura 3.13 Funcionalidad SIP Redirect aplicada a portabilidad

Fuente: Elaboración propia

No. /	TimeStamp /	Direction /	Msg Interface /	Msg Type /
1	2014-09-03 20:11:06	RECV	TRC MI FROM ISUP	IAM
2	2014-09-03 20:11:07	SEND	TRC MI TO SIP	INVITE
3	2014-09-03 20:11:07	RECV	TRC MI FROM SIP	100
4	2014-09-03 20:11:07	RECV	TRC MI FROM SIP	302
5	2014-09-03 20:11:07	SEND	TRC MI TO SIP	ACK
6	2014-09-03 20:11:07	SEND	TRC MI TO ISUP	IAM
7	2014-09-03 20:11:10	RECV	TRC MI FROM ISUP	ACM
8	2014-09-03 20:11:10	SEND	TRC MI TO ISUP	ACM
9	2014-09-03 20:11:13	RECV	TRC MI FROM ISUP	ANM
10	2014-09-03 20:11:13	SEND	TRC MI TO ISUP	ANM
11	2014-09-03 20:11:23	RECV	TRC MI FROM ISUP	REL
12	2014-09-03 20:11:23	SEND	TRC MI TO ISUP	REL
13	2014-09-03 20:11:23	SEND	TRC MI TO ISUP	RLC

Figura 3.14 Trazado de llamada en central AMERICATEL PC 1937

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.13 se muestra la siguiente secuencia de la llamada:

1. El número 17101977 perteneciente a la central AMERICATEL origina una llamada al número móvil 981171467.
2. La central AMERICATEL enruta esta llamada al equipo SYNWAY 1 y envía un mensaje INVITE cuyos parámetros se muestran en la figura 3.15.

```
INVITE sip:0981171467@10.24.20.10;user=phone SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 10.24.150.226:5061;branch=z9hG4b3wrct240rvvpy0y1zq0w243d
Call-ID: 1z2z2vldd82xxz32qms0zrt8yqvd0vzt@softX3000
From: <sip:63710200@10.24.150.226;user=phone>;tag=pzw2r4pr-CC-22-TRC-598
To: <sip:981171467@10.24.20.10;user=phone>
CSeq: 1 INVITE
Contact: <sip:63710200@10.24.150.226:5060;user=phone>
Min-SE: 90
Session-Expires: 300
Allow: INVITE,ACK,OPTIONS,BYE,CANCEL,REGISTER,INFO,PRACK,SUBSCRIBE,NOTIFY,UPDATE,MESSAGE,REFER
User-Agent: Huawei SoftX3000 V300R010
Supported: 100rel,timer
Max-Forwards: 70
Content-Length: 312
```

Figura 3.15 Mensaje INVITE recibido por SYNWAY 1

Fuente: Elaboración propia

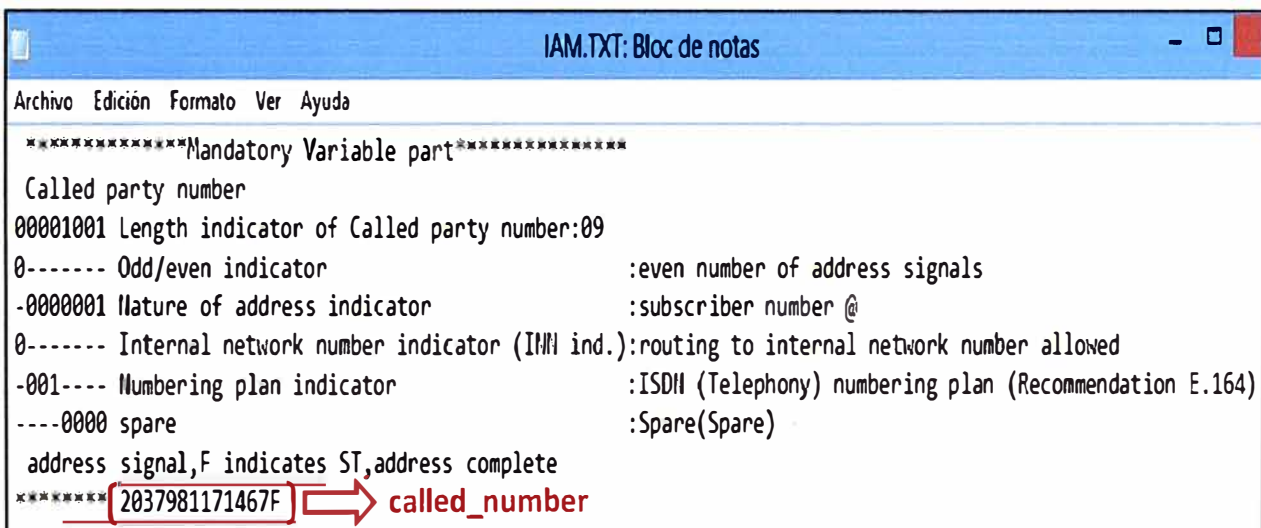
3. El servidor SYNWAY 1 realiza la liberación de la llamada entrante con la información de redireccionamiento al número móvil destino con el mensaje 302 Moved Temporarily. En la figura 3.16 se muestran los parámetros de este mensaje.

```
(src=ipv4,[10.24.20.10]:5060;dest=ipv4,[10.24.150.226]:5061)
SIP/2.0 302 Moved Temporarily
Via: SIP/2.0/UDP 10.24.150.226:5061;branch=z9hG4bKwrtt240rvvpy0y1ylzq0w243d;received=10.24.150.226
From: <sip:63710200@10.24.150.226;user=phone>;tag=pzw2r4pr-CC-22-TRC-598
To: <sip:0981171467@10.24.20.10;user=phone>;tag=as292d2bef
Call-ID: lz2z2vldd82xxz32qww0zrt8yqvd0vzt@SoftX3000
CSeq: 1 INVITE
User-Agent: Asterisk PBX 1.6.0.28
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO
Supported: replaces, timer
Require: timer
Session-Expires: 300;refresher=uas
Contact: Transfer <sip:2037981171467@10.24.150.226:5060>
Content-Length: 0
```

Figura 3.16 Mensaje 302 Move enviado por SYNWAY 1

Fuente: Elaboración propia

4. La central AMERICATEL origina una nueva llamada con la información de redireccionamiento recibida identificando que el número móvil le pertenece a la empresa Nextel, en la figura 3.17 se muestran los parámetros del mensaje IAM enviado a dicho operador.



```

*****Mandatory Variable part*****
Called party number
00001001 Length indicator of Called party number:09
0----- Odd/even indicator :even number of address signals
-0000001 Mature of address indicator :subscriber number @
0----- Internal network number indicator (INM ind.):routing to internal network number allowed
-001---- Numbering plan indicator :ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164)
----0000 spare :Spare(Spare)
address signal,F indicates ST,address complete
***** 2037981171467F ***** => called_number

```

Figura 3.17 Mensaje IAM enviado a operador final

Fuente: Elaboración propia

5. La central de NEXTEL completa la llamada.

3.3.3 Especificaciones técnicas del equipamiento y del software instalado

a) **SYNWAY SSW080B.**- Esta plataforma permite desarrollar sobre ella soluciones basadas en software libre mediante la optimización de las funcionalidades de Asterisk

gracias a su arquitectura de hardware que contiene módulos integrados tales como compresores, canceladores de eco, supresores de ruido, etc. Asimismo, la plataforma se puede integrar a redes de telefonía dado a que en su forma nativa soporta distintos protocolos de señalización dentro de los cuales podemos resaltar SS7 y SIP con gran capacidad de procesamiento de llamadas dado a que el equipo permite escalar en cantidad de ELS instalando tarjetas en los slots destinados para este fin. Adicionalmente, la plataforma garantiza una alta disponibilidad de servicio dado a que cuenta con redundancia a nivel de tarjetas de procesamiento y a nivel de energía.

En la tabla 3.5 se indican las principales características del equipo y el software instalado. En relación al software, se escogieron las versiones de CentOS 3.6 y Asterisk 1.6 dado a que han sido catalogadas como sistemas estables en las distintas comunidades de software libre existentes a nivel internacional. Asimismo, se ha comprobado dicha estabilidad en soluciones ya implementadas en la empresa. En las figuras 3.18 y 3.19 se detallan las componentes de hardware del equipo.

Tabla 3.5 Características de Hardware y Software de Plataforma

Hardware	
Marca	SYNWAY
Modelo	SSW080B
Procesador	Intel core i7-620LE/2GHz
RAM	4GB
Disco Duro	100GB
Raid	1
Capacidad canales TDM	240 ~ 1920
Capacidad canales VOIP	120 ~ 960
Dimensiones	Altura: 266mm (6U); Ancho: 442mm (19 "); Profundidad: 373.5mm
Peso	16~18kg
Energía	AC: 220V/110V Frecuencia: 50Hz/60Hz
Software	
Sistema Operativo	CentOS 6.3
Versión Asterisk	1.6.0.28
Patch SS7	libss7 ss7 1.0.0

Fuente: Elaboración propia

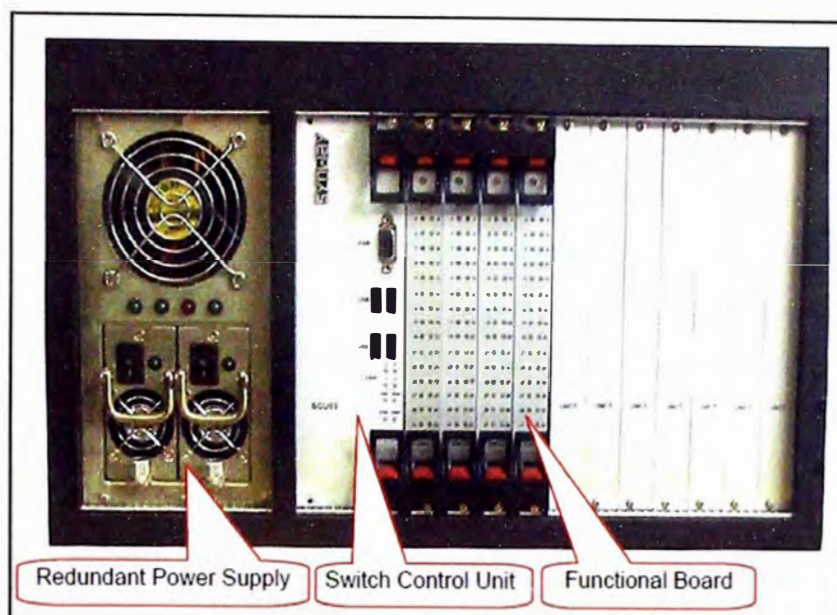


Figura 3.18 Vista frontal de SSW080B
Fuente: SYNWAY, Harware Manual, p. 5

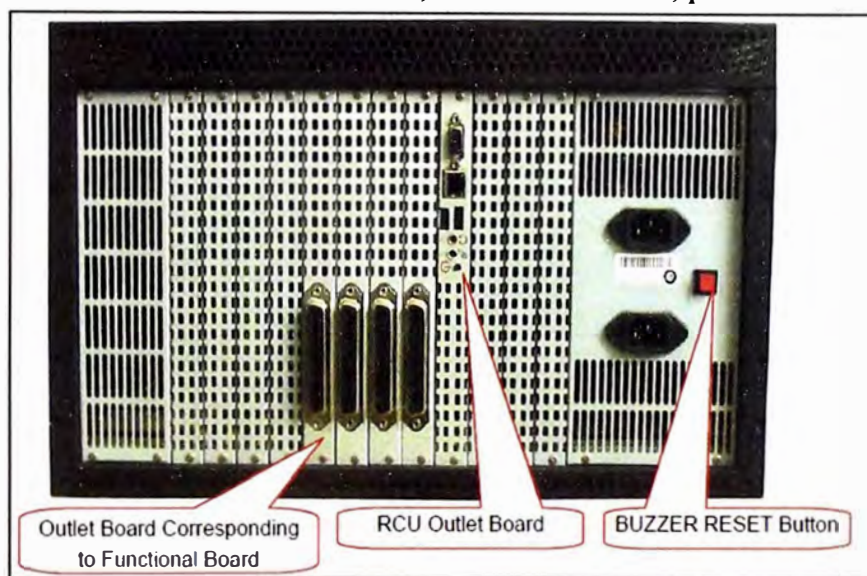


Figura 3.19 Vista posterior
Fuente: SYNWAY, Harware Manual, p. 5

- b) **Tarjeta TEJ800P/801P.-** Tarjeta con interfaces para troncales digitales que soportan tramas E1, T1 y J1 en Asterisk, especialmente diseñadas para diversos fines que requieran de sistemas de alto rendimiento, realizan cancelación de eco garantizando una alta calidad de audio a través de ella sin necesidad de módulos adicionales. En la tabla 3.6 se muestran las principales características técnicas.

Tabla 3.6 Especificaciones técnicas TEJ800P/801P

Especificaciones técnicas TEJ800P/801P	
Input/output Interface	4 RJ48C jacks
Codecs	CCITT A/ μ -Law 64kbps
Signal-to-noise ratio	≥ 38 dB
Echo suppression	≥ 40 dB
Frequency response	300-3400Hz (± 3 dB)
Sampling Rate	8kHz
Power Requirements	+3.3V DC: ≈ 1800 mA

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.20 se muestra la estructura de hardware de la tarjeta TEJ800P/801P

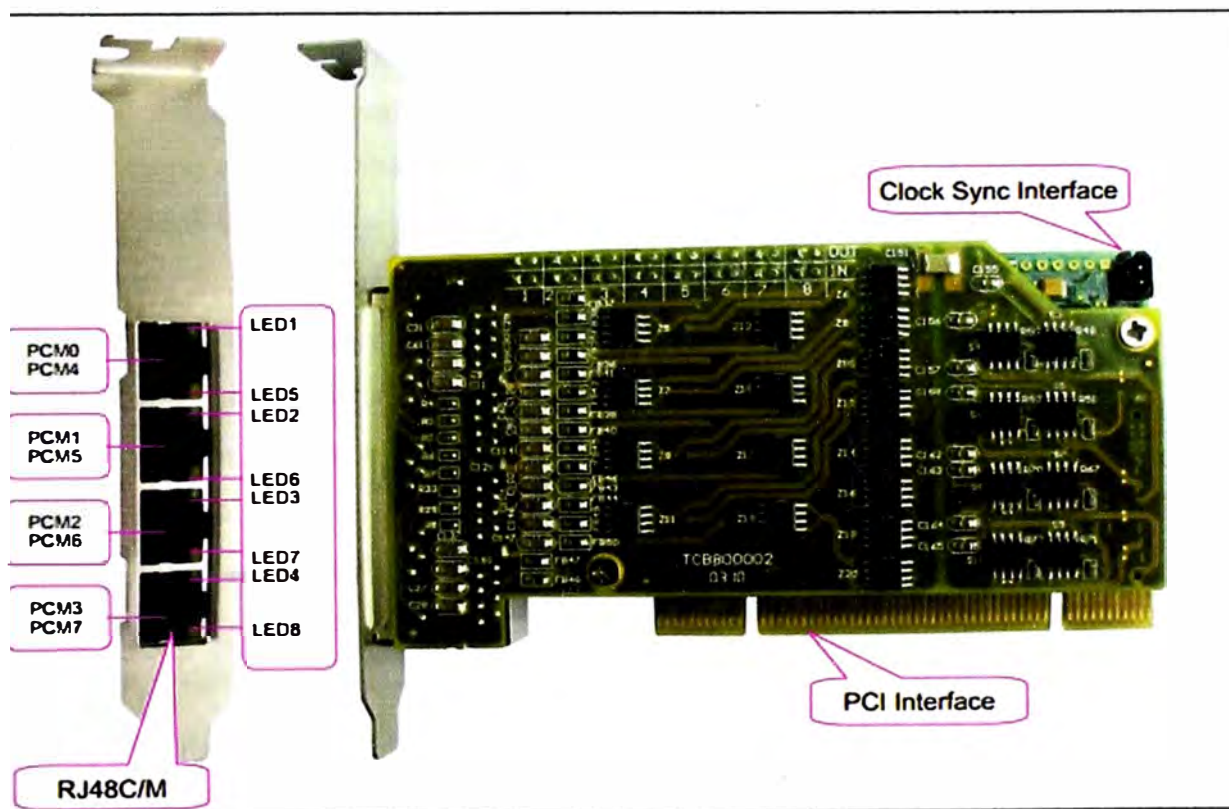


Figura 3.20 Tarjeta TEJ800P/801P

Fuente: SYNWAY, Hardware Manual, p. 18

3.3.4 Implementación de la plataforma de portabilidad

Se realiza el estudio de la red para poder dimensionar la capacidad mínima de canales de voz que soporten el total de tráfico previsto a largo plazo hacia destinos fijos y móviles generados por los clientes de la empresa. La proyección se realizó en el punto 3.1 del presente capítulo determinándose que en un largo plazo las centrales recibirán 230905

intentos de llamadas en hora pico. Asimismo, considerando que de acuerdo a las trazas cuando se consulta un número en la plataforma de portabilidad el canal queda tomado por 1 décima de segundo, con estos valores se tiene aproximadamente el tráfico en Erlangs en hora pico:

$$E = \frac{230905}{60} [\text{llamadas/min}] * \frac{0.1}{60} [\text{minutos}] = 6.41 \text{ erlang}$$

Este valor indica que 7 canales estarían ocupados durante la totalidad de la hora pico, luego se puede inferir que 1 E1 de 30 canales de voz es suficiente para que la plataforma procese todas las llamadas sin excepción; no obstante, se ha optado por emplear 4E1s para la interconexión SS7 con la central Huawei CC08 y no se ha limitado la cantidad de canales SIP para la interconexión entre la plataforma y la central Softswitch, en la figura 3.21 se muestra el diagrama general de la solución de portabilidad en la red de telefonía del operador, como se puede observar se instalaron 2 plataformas de portabilidad SYNWAY, la central CC08 se interconecta con ellas mediante SS7 y el Softswitch a través de SIP, en este esquema se cuenta con redundancia a nivel de troncales, es decir, si una llamada encuentra todos los canales en la interconexión con la plataforma SYNWAY1 entonces envía la llamada a la plataforma SYNWAY2; asimismo, si alguno de las plataformas queda fuera de servicio entonces todas las llamadas son derivadas automáticamente a la que queda en servicio.

En la misma figura se puede observar que también se cuenta con redundancia de conexión a la base de datos de portabilidad, la cual está constituida por un arreglo de 2 servidores en modo master/slave configuradas con una IP flotante.

Como se mencionó, las plataformas SYNWAY tienen instaladas Asterisk sobre el cual se han provisionado las interconexiones SS7 hacia la central CC08 y SIP hacia la central Softswitch, véase en Anexo F el detalle de la configuración de las troncales y el plan de discado correspondiente.

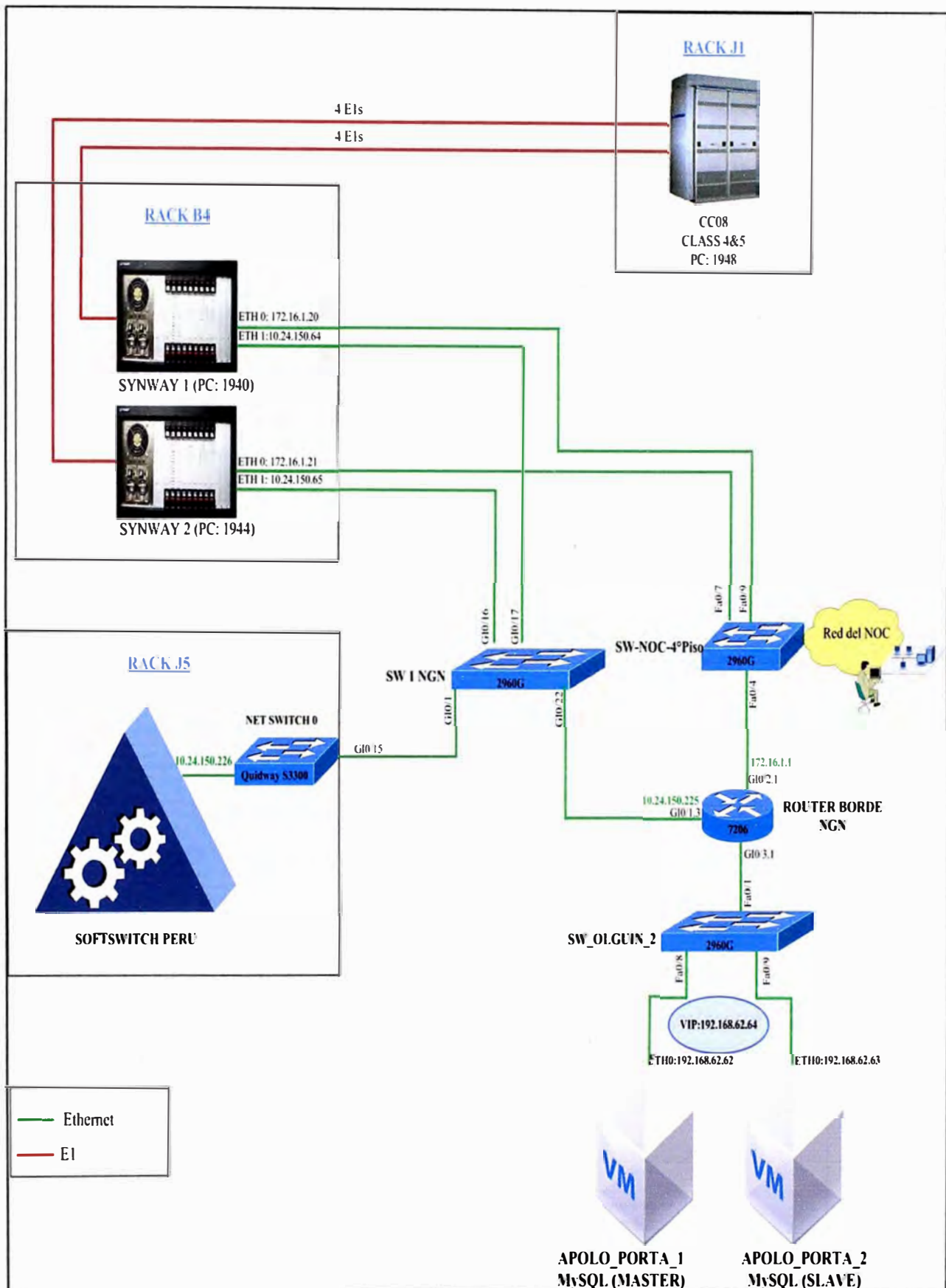
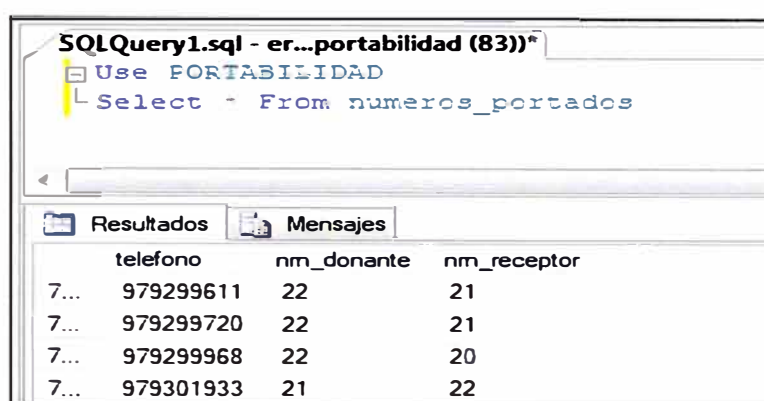


Figura 3.21 Diagrama de conexión de Solución de Portabilidad

Fuente: Elaboración propia

Tal como se detalla en el punto 3.3.4 sea cual sea el tipo de señalización de la interconexión entre las centrales y las plataformas de portabilidad, estas consultan el número llamado en una base de datos de Portabilidad alojado en un servidor virtual, esto es posible dado a que Asterisk puede comunicarse con otros sistemas a través de una interface llamada AGI (Asterisk Gateway Interface), la cual permite influenciar el flujo de llamadas mediante scripts que pueden ser escritos en distintos lenguajes de programación. Para el caso específico de la solución, los scripts cargados se encargan de obtener el código de portabilidad del operador al cual pertenece el número con el cual se desea establecer una comunicación, el programa consulta la base de datos de portabilidad, específicamente a las dos siguientes tablas:

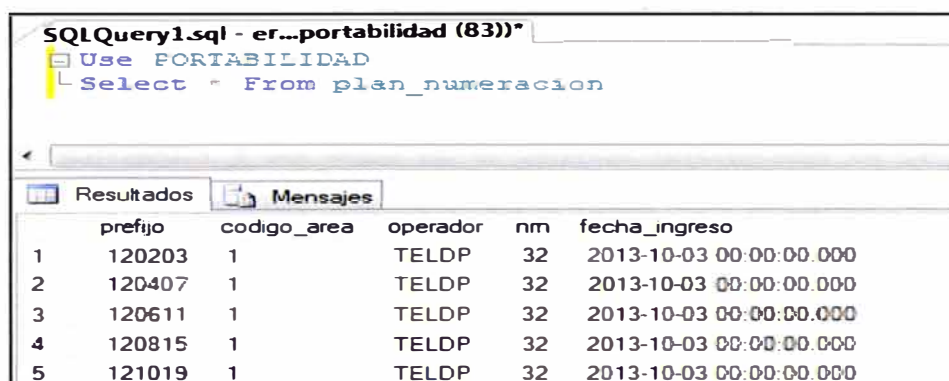
- Numeros_portados.- Tabla que contiene los números de los usuarios que han optado por cambiar de operador. En la figura 3.22 se muestra la estructura de la tabla.



telefono	nm_donante	nm_receptor
7... 979299611	22	21
7... 979299720	22	21
7... 979299968	22	20
7... 979301933	21	22

Figura 3.22 Tabla de números portados en Base de Datos de Portabilidad
Elaboración propia

- Plan_Numeración.- Tabla que contiene la relación de series de numeración otorgadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a los distintos operadores que prestan servicios de telefonía. En la figura 3.23 se muestra la estructura de la tabla.



prefijo	codigo_area	operador	nm	fecha_ingreso
1 120203	1	TELDP	32	2013-10-03 00:00:00.000
2 120407	1	TELDP	32	2013-10-03 00:00:00.000
3 120611	1	TELDP	32	2013-10-03 00:00:00.000
4 120815	1	TELDP	32	2013-10-03 00:00:00.000
5 121019	1	TELDP	32	2013-10-03 00:00:00.000

Figura 3.23 Plan de numeración en Base de Datos de Portabilidad
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.24 se muestra el diagrama de flujo diseñado para obtener el código de portabilidad de la red de destino de una llamada. Asimismo, véase en Anexo G el código completo del AGI de portabilidad, el programa realiza los siguientes pasos:

- 1) Lee la variable `called number` el cual contiene el número destino con el cual se desea establecer una comunicación
- 2) Se busca `called number` en la tabla “Numeros Portados” de la Base de Datos de Portabilidad.
- 3) Si `called_number` se encuentra en la tabla “Numeros_Portados” se importa de esta tabla el código de portabilidad perteneciente al operador correspondiente.
- 4) Si `called_number` no se encuentra en la tabla “Numeros_Portados” se busca la mayor coincidencia con las series contenidas en la tabla “Plan Numeración” de la Base de Datos de Portabilidad.
- 5) De encontrarse coincidencia entre `called_number` y alguna de las series de “Plan_Numeracion” se importa de esta tabla el código de portabilidad perteneciente al operador correspondiente.
- 6) Una vez conocido el código de portabilidad del operador destino se genera la variable `redirecting_number` conformada por el código de red destino, código de red origen y `called number`.

Una vez que el AGI devuelve el `redirecting_number`, Asterisk libera la llamada enviando un mensaje REL en caso la interconexión sea SS7 o 302 Move para SIP conteniendo dentro del mensaje el `redirecting_number`, con esta información las centrales analizan sus tablas de enrutamiento y derivan la llamada al destino correspondiente de acuerdo al formato establecido por el plan técnico de señalización.

3.3.5 Cronograma de implementación

El tiempo de implementación estimado que toma desde el diseño hasta la puesta en servicio, incluyendo pruebas y validaciones a nivel de facturación y liquidaciones, es aproximadamente 9 meses. A continuación en la tabla 3.7 se muestra el cronograma detallado de actividades y las áreas de la empresa involucradas en el proyecto de implementación de portabilidad. Asimismo, en la figura 3.25 se muestra el diagrama de Gantt.

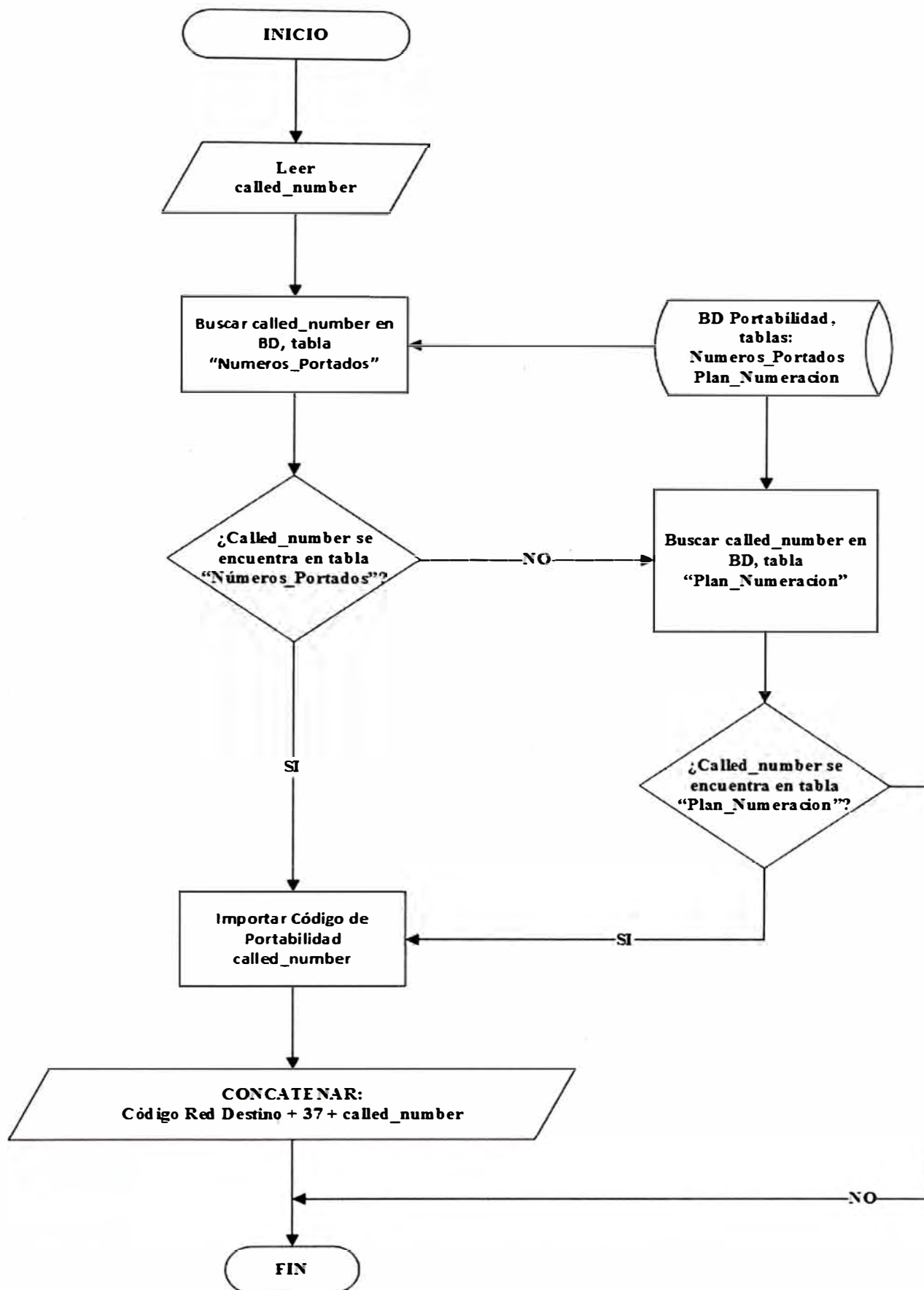


Figura 3.24 Diagrama de flujo de AGI de Portabilidad
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7 Cronograma de actividades

Actividades	Fecha Inicio	Fecha Fin	Area Responsable
			Americatel
Instalación de Hardware y configuración inicial			
1 Asignación de posiciones en Data Center para alojamiento de Servidores Synway	04/11/2013	06/11/2013	TI
2 Rackqueado de Servidores Synway en Bastidores de Data Center	07/11/2013	08/11/2013	Energía e Infraestructura
3 Energizado de Servidores Synway a fuentes DC redundantes	07/11/2013	08/11/2013	Energía e Infraestructura
4 Cableado Ethernet de Servidores a switch de gestión NOC	11/11/2013	13/11/2013	Intalaciones y Planta Externa
5 Cableado Ethernet de Servidores a Switch de red interna	11/11/2013	13/11/2013	Intalaciones y Planta Externa
6 Cableado de 4EIs entre Synway 1 y central CC08	11/11/2013	13/11/2013	Intalaciones y Planta Externa
7 Cableado de 4EIs entre Synway 2 y central CC08	11/11/2013	13/11/2013	Intalaciones y Planta Externa
8 Asignación de IP s de Gestión a Servidores Synway	14/11/2013	14/11/2013	ISP
9 Configuración de Ips de Gestión en Servidores	15/11/2013	15/11/2013	Telefonia
10 Asignación de IP s de Servicio a Servidores Synway	14/11/2013	14/11/2013	ISP
12 Configuración de Ips de Servicio en Servidores	15/11/2013	15/11/2013	TElefonia
13 Configuración de comunidad SNMP para monitoreo de procesos	15/11/2013	15/11/2013	NOC
Instalación de Asterisk e Interconexiones a centrales			
14 Instalación de Centos en Servidores	18/11/2013	20/11/2013	Telefonia
15 Instalación de Asterisk	18/11/2013	20/11/2013	Telefonia
16 Instalación de patch SS7	18/11/2013	20/11/2013	Telefonia
17 Asignación de Códigos de Punto a Servidores para ICX SS7	21/11/2013	21/11/2013	Telefonia
18 Configuración de ICX SS7 entre SYNWAY 1 y central C&C08	21/11/2013	22/11/2013	Telefonia
19 Configuración de ICX SS7 entre SYNWAY 2 y central C&C08	21/11/2013	22/11/2013	Telefonia
20 Configuración de troncal SIP entre SYNWAY 1 y Softswitch Perú	21/11/2013	22/11/2013	Telefonia
21 Configuración de troncal SIP entre SYNWAY 1 y Softswitch Perú	21/11/2013	22/11/2013	Telefonia
Conexión a base de datos y programación de lógica de portabilidad			
22 Creación de base de datos de portabilidad en BLADE	25/11/2013	29/11/2013	TI
23 Creación de llave de conexión a Base de Datos	02/12/2013	02/12/2013	TI
24 Diseño de diagrama de flujo de lógica de portabilidad	02/12/2013	06/12/2013	Telefonia
25 Configuración de AGI en servidores Synway con lógica de portabilidad	09/12/2013	13/12/2013	Telefonia
Pruebas de servicio			
26 Ejecución de matriz de pruebas con técnica REL-rerouting	06/01/2014	10/01/2014	Telefonia
27 Ejecución de matriz de pruebas con técnica SIP redirect	13/01/2014	17/01/2014	Telefonia
28 Pruebas de alta disponibilidad con base de datos	20/01/2014	22/01/2014	Telefonia/TI
29 Pruebas de alta disponibilidad con interconexiones	20/01/2014	22/01/2014	Telefonia
30 Verificación de formato correcto de CDRs de centrales	06/01/2014	17/01/2014	Telefonia
31 Validación de facturación de llamadas	13/01/2014	23/01/2014	ENTEL/Facturacion
32 Validación de liquidaciones	13/01/2014	23/01/2014	Liquidaciones/Sistemas
Puesta en producción de portabilidad a números móviles			
33 Enrutamiento de tráfico a móviles hacia troncales de servidores Synway	03/02/2014	03/02/2014	Telefonia
34 Monitoreo de ocupación de recursos en servidores en gestores SNMP	03/02/2014	07/02/2014	Telefonia
35 Verificación de formato correcto de CDRs de centrales	03/02/2014	05/02/2014	Telefonia
36 Validación de facturación de llamadas	04/02/2014	07/02/2014	ENTEL/Facturacion
37 Validación de liquidaciones	04/02/2014	07/02/2014	Liquidaciones/Sistemas
Puesta en producción de portabilidad a destinos de telefonía fija			
38 Enrutamiento de tráfico a móviles hacia troncales de servidores Synway	01/06/2014	28/07/2014	Telefonia
39 Monitoreo de ocupación de recursos en servidores en gestores SNMP	01/06/2014	28/07/2014	Telefonia
40 Verificación de formato correcto de CDRs de centrales	01/06/2014	28/07/2014	Telefonia
41 Validación de facturación de llamadas	01/06/2014	28/07/2014	ENTEL/Facturacion
42 Validación de liquidaciones	01/06/2014	28/07/2014	Liquidaciones/Sistemas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV COSTO DEL PROYECTO

4.1 Evaluación económica y financiera

Para la evaluación económica se presenta la tabla 4.1 donde se realiza una comparativa de las tres soluciones presentadas.

Tabla 4.1 Comparación económica de alternativas de solución

COMPARACIÓN ECONÓMICA			
PROVEEDOR	Huawei	Acanto	Americatel
Equipamiento	ATS9900	SSW080B TEJ800P/801P DDP	SSW080B TEJ800P/801P DDP Instalación
Precio	\$138,711.18	\$16,400.68	\$17,600.68
Implementación	\$30,000.00	\$20,000.00	\$2,000.00
TOTAL	\$168,711.18	\$36,400.68	\$19,600.68

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar la elección respecto a la plataforma a ser implementada en la red de telefonía de la empresa operadora, se considera principalmente la escalabilidad y disponibilidad de servicio de la solución; si bien Huawei ofrece todas estas características y cuenta con soporte especializado a nivel local, el precio cotizado dista ampliamente de lo presupuestado para el proyecto por lo cual se descarta inicialmente esta opción. Otro punto en contra de la solución de Huawei es la utilización de INAP en la comunicación con las centrales, este protocolo actualmente no es empleado por Americatel y no se cuenta con licencias para la operación de dicho tipo de señalización en las centrales, por lo tanto, optar por esta solución significa incurrir en gastos adicionales de adquisición de licencias y capacitación de personal.

Respecto a la solución de Acanto, la propuesta garantiza una alta disponibilidad del servicio dada la experiencia con plataformas SYNWAY en la empresa, además permite una fácil gestión y soporte por parte del propio personal del operador gracias al empleo de Asterisk; sin embargo, es poco escalable dado a que por cada llamada se toman 2 circuitos, lo cual significa que según el crecimiento de tráfico se deben adquirir más tarjetas de E1s

tanto para la plataforma como para las centrales. Otro punto en contra de la solución es que no puede ser configurada en un esquema de alta disponibilidad dado a que cada plataforma solo puede ser interconectada a una central exclusivamente.

En tanto, la solución desarrollada en la empresa en base a la experiencia adquirida en la implementación de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía móvil, permite contar con una plataforma que puede ser configurada en un esquema de alta disponibilidad al poder interconectarla a través de SS7 y SIP a varias centrales además de ser escalable dado a que grandes incrementos de tráfico pueden ser soportados por pocos E1s. Asimismo, al ser implementada la solución por el propio personal de la empresa y con herramientas de software libre, el costo se reduce básicamente a la adquisición del Hardware sobre el cual se implementa la misma, en este caso, la plataforma, tarjetas SYNWAY, el servicio de instalación; adicionalmente, se considera como costo de implementación el bono económico destinado al personal involucrado en la ejecución del trabajo. Otro punto importante es que al igual que la solución de Acanto el soporte puede ser realizado por el propio personal de la empresa. Adicionalmente, se considera la posibilidad de que en un futuro se pueda implementar sobre la misma plataforma otros servicios de valor agregado tales como lista negra, lista blanca, planes control, control de fraude, buzón de voz, etc los cuales se tiene planificado como proyectos a ser ejecutados en un corto plazo.

4.2 Costo de inversión del proyecto (CAPEX).

Para este trabajo se consideran los costos de los equipos y componentes que forman parte de la plataforma de portabilidad, la cual cumple un rol fundamental en la implementación de portabilidad numérica en la red de telefonía de la compañía operadora. En la tabla 4.2 de muestra el detalle de costos del equipamiento y de la puesta inicial de servicio.

Tabla 4.2 Costo de inversión.

Equipo	Cantidad	Precio Total (USD)
SYNWAY SSW080B	1	\$9,500.00
Tarjeta TEJ800P/801P (8E1s)	1	\$5,200.00
Subtotal		\$14,700.00
Equipamiento DDP	1	\$1,700.68
Servicio de Instalación	1	\$1,200.00
TOTAL		\$17,600.68

Fuente: Elaboración propia

4.3 Costo de operación del proyecto (OPEX).

Para analizar el costo de operación se toma en cuenta, el precio de soporte técnico por un año, precio promedio de repuestos, el mantenimiento preventivo anual y el costo de entrenamiento del personal, esto se muestra en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Costo de Operación

Concepto	Cantidad anual	Precio Total (USD)
Servicio de Mantenimiento Preventivo	1	\$1,200.00
Costo adicional por E1 adicional	1	\$650.00
Soporte Anual	1	\$3,000.00
Capacitación Local	1	\$2,000.00
Total		\$6,850.00

Fuete: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1** En el presente trabajo, se demuestran las ventajas técnicas y económicas de implementar una solución basada en software libre en comparación a las soluciones propietarias, en costos se ahorra 88% respecto a la solución de Huawei y 46% respecto a la solución de Acanto..
- 2** Se han establecido mecanismos efectivos para consultas de portabilidad mediante el empleo de parámetros opcionales en el mensaje RELEASE (REL) para interconexiones SS7 y “302 Move” en el caso de interconexiones SIP. De esta manera, para consultar todas las llamadas en el servidor de portabilidad, solo se requieren 7 circuitos entre las centrales y la plataforma.
- 3** Asterisk en su forma básica no soporta SS7; sin embargo, mediante la instalación de un paquete de software libre y las características de hardware de la plataforma es factible habilitar este tipo de interconexiones con centrales telefónicas convencionales.
- 4** Dado a que la plataforma SSW080B soporta una gran variedad de protocolos de señalización homologados con las normas internacionales existentes, se logra la integración a la red de telefonía de la empresa sin problemas. En este trabajo en específico, se emplean las capacidades de procesamiento de SS7 y SIP de la plataforma.
- 5** Se recomienda que la base de datos de portabilidad se encuentre alojada en un equipo independiente al de la plataforma de portabilidad, dado que sobre la base de datos se ejecutan procesos externos de actualización de registros, los cuales provienen por un enlace de internet con los riesgos que involucra este tipo de conexión.
- 6** Es recomendable que al realizar la implementación de la plataforma se involucre a las áreas de facturación y liquidaciones debido a que los cambios en la señalización entre operadores se refleja en los CDRs, impactando directamente a las reglas de identificación de tráfico que emplean los sistemas con los que trabajan dichas áreas.

- 7 Se recomienda realizar pruebas de las características adicionales que ofrece la plataforma y que no forman parte del objetivo principal, en especial, las características de procesamiento de voz: compresión y transcoding, ya que debido a la alta capacidad de procesamiento y escalabilidad de la plataforma, se pueden implementar sobre ella otros servicios de valor agregado tales como: lista negra, lista blanca, buzón de voz y control de fraude.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hernando Rabanos, “Comunicaciones Móviles GSM”, Fundación Airtel, 1999
- [2] Gonzalo Camarillo, “SIP Demystified”, McGraw-Hill TELECOM, 2002
- [3] TECSUP LIMA, “Voz y Telefonía IP”, Programa de Capacitación Continua, 2010
- [4] Andrew S. Tanenbaum, “Redes de Computadoras”, Pearson Educación cuarta edición, 2003
- [5] Russell Bryant, “Asterisk: The Definitive Guide”, O'Reilly Media cuarta edición, 2013
- [6] Synway Information Engineering Co., Ltd, “Programmer Manual”, 2012
- [7] <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q/es>
- [8] <http://www.ietf.org/rfc.html>
- [9] <http://www.centos.org/>
- [10] <https://www.gnu.org/>
- [11] <http://www.asterisk.org/>

ANEXO A
Ley N° 29956

PODER LEGISLATIVO
**CONGRESO DE
LA REPUBLICA**
LEY N° 29956

EL PRESIDENTE DEL CONGRESO
DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

**LEY QUE ESTABLECE EL
DERECHO DE PORTABILIDAD NUMÉRICA
EN LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA FIJA**

Artículo 1°. Derecho de portabilidad numérica
Establécense el derecho del usuario del servicio de telefonía fija de conservar su número telefónico aun cuando cambie de empresa operadora del servicio.

Artículo 2°. Entrada en vigencia
La portabilidad numérica dispuesta por la presente Ley entra en vigencia de manera gradual a nivel nacional, a más tardar el 28 de julio de 2014.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS
TRANSITORIAS**

PRIMERA.- En tanto entre en vigencia el derecho establecido en la presente Ley, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel) determinan las condiciones técnicas, económicas y administrativas que requiere la implementación de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija, quedando autorizados a realizar las contrataciones de servicios necesarias para tal fin.

SEGUNDA.- El Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel) supervisa que las empresas operadoras garanticen que la información y orientación que se brinde a los abonados antes de portarse sea la necesaria para tomar una decisión o realizar una elección adecuadamente informada, debiendo brindar información clara, veraz, detallada y precisa, como mínimo, sobre las características, la tecnología empleada, las modalidades, los alcances y las limitaciones o restricciones del servicio ofrecido.

TERCERA.- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones y el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel) informan semestralmente al Congreso de la República sobre la implementación de la presente Ley.

POR TANTO:

Habiendo sido reconsiderada la Ley por el Congreso de la República, aceptándose las observaciones formuladas por el señor Presidente Constitucional de la República, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 108 de la Constitución Política del Perú, ordeno que se publique y cumpla.

En Lima, a los veintinueve días del mes de noviembre de dos mil doce.

VÍCTOR ISLA ROJAS
Presidente del Congreso de la República

MARCO TULLIO FALCONI PICARDO
Primer Vicepresidente del
Congreso de la República

875565-1

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA
N° 29957**

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;
Ha dado la Resolución Legislativa siguiente:

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA QUE APRUEBA EL
TRATADO SOBRE TRANSFERENCIA DE PERSONAS
CONDENADAS ENTRE LA REPÚBLICA DEL PERÚ Y
EL REINO DE LOS PAÍSES BAJOS**

Artículo único. Objeto de la Resolución Legislativa
Apruébase el Tratado sobre Transferencia de Personas Condenadas entre la República del Perú y el Reino de los Países Bajos, hecho el 12 de mayo de 2011 en la ciudad de La Haya, Reino de los Países Bajos.

Comuníquese al señor Presidente Constitucional de la República para su promulgación.

En Lima, a los veintidós días del mes de noviembre de dos mil doce.

VÍCTOR ISLA ROJAS
Presidente del Congreso de la República

MARCO TULLIO FALCONI PICARDO
Primer Vicepresidente del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE
LA REPÚBLICA

Lima, 6 de diciembre de 2012

Cumplase, regístrese, comuníquese, publíquese y archívese

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente Constitucional de la República

JUAN F. JIMÉNEZ MAYOR
Presidente del Consejo de Ministros

875565-2

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA
N° 29958**

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;
Ha dado la Resolución Legislativa siguiente:

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA QUE APRUEBA
EL ANEXO II CONVENIO PARA LA APLICACIÓN DEL
CONVENIO IBEROAMERICANO DE SEGURIDAD
SOCIAL ENTRE LA REPÚBLICA DEL PERÚ Y LA
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY**

Artículo único. Objeto de la Resolución Legislativa
Apruébase el Anexo II Convenio para la Aplicación del Convenio Iberoamericano de Seguridad Social entre la República del Perú y la República Oriental del Uruguay, suscrito el 19 de octubre de 2004 en la ciudad de Montevideo, República Oriental del Uruguay.

Comuníquese al señor Presidente Constitucional de la República para su promulgación.

En Lima, a los veintidós días del mes de noviembre de dos mil doce.

VÍCTOR ISLA ROJAS
Presidente del Congreso de la República

MARCO TULLIO FALCONI PICARDO
Primer Vicepresidente del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE
LA REPÚBLICA

Lima, 6 de diciembre de 2012

ANEXO B
Recomendaciones del Sistema de Sistema de Señalización 7



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Q.700

(03/93)

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7 DEL CCITT

Recomendación UIT-T Q.700

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

Recomendación Q.700**INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7 DEL CCITT**

(Melbourne, 1988; modificada en Helsinki, 1993)

1 Generalidades

La presente Recomendación proporciona una visión global del sistema de señalización, describiendo los diversos elementos funcionales del sistema de señalización N.º 7 (SS N.º 7) y la relación entre dichos elementos funcionales. En esta Recomendación se hace una descripción general de las funciones y capacidades de la parte transferencia de mensajes (MTP, *message transfer part*), de la parte control de conexión de señalización (SCCP, *signalling connection control part*), de la parte usuario de telefonía (TUP, *telephone user part*), de la parte usuario de RDSI (PU-RDSI), de las capacidades de transacción (TC, *transaction capabilities*) y de la parte operaciones, mantenimiento y administración (OMAP, *operations, maintenance and administration part*) que se tratan en otra parte de la serie de Recomendaciones Q.7xx (que comprende las Recomendaciones Q.700 a Q.787). Sin embargo, en caso de contradicción entre una especificación y la Recomendación Q.700, se aplicará esa especificación.

En la serie de Recomendaciones Q.73x se describen los servicios suplementarios del SS N.º 7 en la RDSI.

Además de estas funciones del SS N.º 7 la serie de Recomendaciones Q.7xx describe la estructura de la red del SS N.º 7 y también especifica las pruebas y mediciones aplicables al mismo.

Esta Recomendación contiene información sobre otros aspectos tales como la arquitectura del SS N.º 7, el control de flujos y la norma general de compatibilidad que no están especificados en Recomendaciones separadas y son aplicables al objetivo global del SS N.º 7. La Recomendación Q.1400 también contiene información sobre arquitectura y compatibilidad.

El resto de la presente Recomendación describe

- cláusula 2: Conceptos, componentes y modos de la red de señalización;
- cláusula 3: Bloques funcionales en el SS N.º 7 y servicios que prestan;
- cláusula 4: Sistema de capas de protocolo del SS N.º 7 y su relación con los modelos OSI;
- cláusula 5: Direccionamiento de nodo, entidad de aplicación y parte de usuario;
- cláusula 6: Aspectos de operación, mantenimiento y administración del SS N.º 7;
- cláusula 7: Aspectos de operación de los bloques funcionales en el SS N.º 7;
- cláusula 8: Control de flujo, tanto para la red de señalización, como dentro de los nodos;

- cláusula 9: Reglas para la evolución de los protocolos del SS N.º 7 preservando su compatibilidad con versiones anteriores;
- cláusula 10: Referencias a un glosario de términos.

1.1 Objetivos y campos de aplicación

El objetivo global del SS N.º 7 consiste en proporcionar un sistema de señalización por canal común (CCS, *common channel signalling*) de aplicación general, normalizado internacionalmente:

- optimizado para el funcionamiento en redes de telecomunicaciones digitales junto con centrales con control por programa almacenado;
- que pueda satisfacer exigencias presentes y futuras de transferencia de información para el diálogo entre procesadores dentro de las redes de telecomunicaciones para el control de las llamadas, de control a distancia y de señalización de gestión y mantenimiento;
- que ofrezca un medio seguro de transferencia de información en la secuencia correcta y sin pérdidas ni duplicaciones.

Este sistema de señalización satisface las exigencias de la señalización de control de las llamadas para servicios de telecomunicaciones tales como telefonía y transmisión de datos con conmutación de circuitos. Puede utilizarse también como un sistema fiable para la transferencia de otros tipos de información entre centrales y centros especializados en redes de telecomunicaciones (por ejemplo, para fines de gestión y mantenimiento). Por consiguiente, puede utilizarse para aplicaciones múltiples tanto en redes especializadas para servicios específicos como en redes capaces de ofrecer múltiples servicios. Se pretende que este sistema de señalización sea aplicable en redes internacionales y nacionales.

El objetivo del SS N.º 7 abarca tanto la señalización relacionada con circuitos como la no relacionada con circuitos.

Son ejemplos de las aplicaciones del SS N.º 7:

- la RTPC;
- la RDSI;
- la interacción con bases de datos de la red y puntos de control del servicio;
- las comunicaciones móviles (red móvil terrestre pública);
- la explotación, administración y mantenimiento de redes.

El sistema de señalización está optimizado para funcionar en canales digitales de 64 kbit/s. También es adecuado para el funcionamiento a velocidades más bajas y en canales analógicos. Es adecuado para enlaces punto a punto, tanto terrenales como por satélite. Si

bien no tiene las propiedades especiales requeridas por el funcionamiento punto a multipunto, puede ampliarse en caso necesario para atender tal aplicación.

1.2 Características generales

La señalización por canal común es un método de señalización en el cual un solo canal transfiere, por medio de mensajes etiquetados, información de señalización relativa a varios circuitos y otras informaciones tales como la gestión de la red. Se puede considerar la señalización por canal común como una forma de comunicación de datos que está especializada para varios tipos de transferencia de información y de señalización entre procesadores en las redes de telecomunicaciones.

El sistema de señalización utiliza enlaces de señalización para la transferencia de mensajes de señalización entre centrales u otros nodos de la red de telecomunicaciones servidos por este sistema. Se prevén medios para asegurar la transferencia fiable de la información de señalización en presencia de perturbaciones de la transmisión o fallos de la red. Estos medios incluyen la detección y corrección de errores en cada enlace de señalización. En el sistema se emplea normalmente la redundancia en enlaces de señalización y se incluyen las funciones necesarias para la desviación automática del tráfico de señalización hacia trayectos alternativos en caso de fallos del enlace. Por tanto, se puede dimensionar la capacidad y fiabilidad de la señalización de acuerdo con los requisitos de las diferentes aplicaciones, mediante la disposición de múltiples enlaces de señalización.

1.3 Componentes del SS N.º 7

El SS N.º 7 está constituido por diversos componentes o funciones definidos en la serie de Recomendaciones Q.7xx.

<i>Función del SS N.º 7</i>	<i>Recomendaciones</i>
Parte transferencia de mensajes (MTP)	Q.701-Q.704, Q.706, Q.707
Parte usuario de telefonía (TUP) (Incluye algunos servicios suplementarios)	Q.721-Q.725
Servicios suplementarios (SS)	Serie Q.73x
Parte usuario de datos (DUP)	Q.741 (véase la Nota)
Parte usuario de RDSI (PU-RDSI)	Q.761-Q.764, Q.766
Parte control de conexión de señalización (SCCP)	Q.711-Q.714, Q.716
Capacidad de transacción (TC)	Q.771-Q.775
Parte operaciones, mantenimiento y administración (OMAP)	Q.750-Q.755
NOTA – Las funciones de la DUP se especifican en la Recomendación X.61.	

Otras Recomendaciones de la serie Q.7xx que describen otros aspectos del sistema de señalización que no forman parte de las interfaces de señalización del SS N.º 7 son:

<i>Título</i>	<i>Recomendaciones</i>
Estructura de la red de señalización	Q.705
Numeración de códigos de puntos de señalización internacional	Q.708
Conexión ficticia de referencia para la señalización	Q.709
Aplicación en centrales automáticas privadas	Q.710
Especificación de pruebas del SS N.º 7 (Generalidades)	Q.780
Especificación de pruebas de la MTP de nivel 2	Q.781
Especificación de pruebas de la MTP de nivel 3	Q.782
Especificación de pruebas de la TUP	Q.783
Especificación de pruebas de la PU-RDSI	Q.784
Especificación de pruebas de servicios suplementarios de la PU-RDSI	Q.785
Especificación de pruebas de la SCCP	Q.786
Especificación de pruebas de la TCAP	Q.787

La cláusula 3 describe la relación entre estos componentes.

1.4 Técnicas de descripción en la serie de Recomendaciones Q.7xx

En la serie de Recomendaciones del SS N.º 7 se define el sistema de señalización utilizando una descripción escrita, complementada por diagramas SDL y diagramas de transición de estados. En el caso de que surgieran conflictos entre el texto y la definición SDL, se toma la descripción del texto como definitiva.

Para ilustrar los ejemplos de los procedimientos de señalización se utilizan gráficas de secuencias de mensajes y diagramas de flechas, pero los mismos no se consideran definitivos.

En las descripciones de datos se emplea cada vez más el método ASN.1.

2 Red de señalización del SS N.º 7

2.1 Conceptos básicos

Una red de telecomunicaciones a la que da servicio un sistema de señalización por canal común está compuesta de un número de nodos de conmutación y proceso interconectados por enlaces de transmisión. Para comunicar cada uno de estos nodos utilizando el SS N.º 7 se requiere crear las características necesarias «dentro del nodo» del SS N.º 7, convirtiendo

este nodo en un punto de señalización de la red del SS N.º 7. Además, surgirá la necesidad de interconectar estos puntos de señalización de tal manera que la información de señalización (datos) del SS N.º 7 pueda transferirse entre ellos. Estos enlaces de datos son los enlaces de señalización de la red de señalización del SS N.º 7.

El conjunto de puntos de señalización y sus enlaces de señalización de interconexión forman la red de señalización del SS N.º 7.

2.2 Componentes de la red de señalización

2.2.1 Puntos de señalización

En casos específicos puede ser necesario dividir las funciones de señalización por canal común en un nodo (físico) en entidades separadas lógicamente desde el punto de vista de la red de señalización; esto es, un nodo (físico) dado puede estar definido como más de un punto de señalización. Un ejemplo lo constituye una central en la frontera entre la red de señalización internacional y redes de señalización nacionales.

Dos puntos de señalización cualesquiera cuyas funciones de parte de usuario correspondientes tengan la posibilidad de comunicar entre sí se dice que tienen una relación de señalización de usuario.

El concepto correspondiente para una parte de usuario determinada se denomina una relación de señalización de usuario.

Se tiene un ejemplo de ésta cuando dos centrales telefónicas están conectadas directamente por un haz de circuitos vocales. El intercambio de señalización telefónica relativa a estos circuitos constituye pues una relación de señalización de usuario entre las funciones de las partes de usuario de telefonía de esas centrales, que actúan como puntos de señalización.

Otro ejemplo es el caso en que la gestión de los datos de usuario y de encaminamiento en una central telefónica está controlada a distancia desde un centro de explotación y mantenimiento por medio de una comunicación a través del sistema de señalización por canal común.

Son ejemplos de nodos, en una red de señalización, que constituyen puntos de señalización:

- centrales (centros de conmutación);
- bases de datos de redes inteligentes;
- puntos de transferencia de señalización;
- centros de explotación, gestión y mantenimiento.

Todos los puntos de señalización en una red del SS N.º 7 se identifican mediante un código único conocido como código de punto, como indica la Recomendación Q.704.

2.2.2 Enlaces de señalización

El sistema de señalización por canal común utiliza enlaces de señalización para transportar mensajes de señalización entre dos puntos de señalización. Varios enlaces de señalización que interconectan directamente dos puntos de señalización y se utilizan como un módulo constituyen un conjunto de enlaces de señalización. Aunque un conjunto de enlaces incluye generalmente todos los enlaces de señalización paralelos, es posible utilizar más de un conjunto de enlaces establecidos en paralelo entre dos puntos de señalización. Un cierto número de enlaces, entre los pertenecientes a un conjunto de enlaces, que tienen características idénticas (por ejemplo, la misma velocidad de soporte del enlace de datos) se denomina un grupo de enlaces.

Dos puntos de señalización que están interconectados directamente por un conjunto de enlaces de señalización, se denominan, desde el punto de vista de la estructura de la red de señalización, puntos de señalización adyacentes. En consecuencia, dos puntos de señalización que no están interconectados directamente son puntos de señalización no adyacentes.

2.2.3 Modo de señalización

El término «modo de señalización» hace referencia a la asociación entre el trayecto seguido por un mensaje de señalización y la relación de señalización a la que se refiere el mensaje.

En el modo asociado de señalización, los mensajes referentes a una determinada relación de señalización entre dos puntos de señalización adyacentes son transferidos por un conjunto de enlaces que interconecta directamente esos puntos de señalización.

En el modo no asociado de señalización, los mensajes referentes a una determinada relación de señalización son transferidos por dos o más conjuntos de enlaces en cascada que pasan por uno o más puntos de señalización que no son ni el origen ni el destino de los mensajes.

El modo cuasiasociado es un caso limitado del modo no asociado en el cual el trayecto seguido por un mensaje a través de la red de señalización está predeterminado y, en un instante de tiempo dado, es fijo.

El SS N.º 7 está especificado para uso en los modos asociado y cuasiasociado. La parte de transferencia de mensajes no incluye medios para evitar la llegada de mensajes, fuera de secuencia u otros problemas propios de la señalización enteramente no asociada con encaminamiento dinámico de los mensajes.

En la Figura 1 se dan ejemplos de los modos de señalización.

2.3 Modos de los puntos de señalización

Un punto de señalización en el que se genera un mensaje, es decir, aquel en que está ubicada la función parte de usuario emisora, es el punto de origen de ese mensaje.

Un punto de señalización al cual está destinado un mensaje, es decir, aquel en que está ubicada la función parte de usuario receptora, es el punto de destino de ese mensaje.

Para una determinada relación de señalización entre dos puntos de señalización, estos dos puntos funcionarán pues como puntos de origen y de destino para los mensajes intercambiados en ambos sentidos.

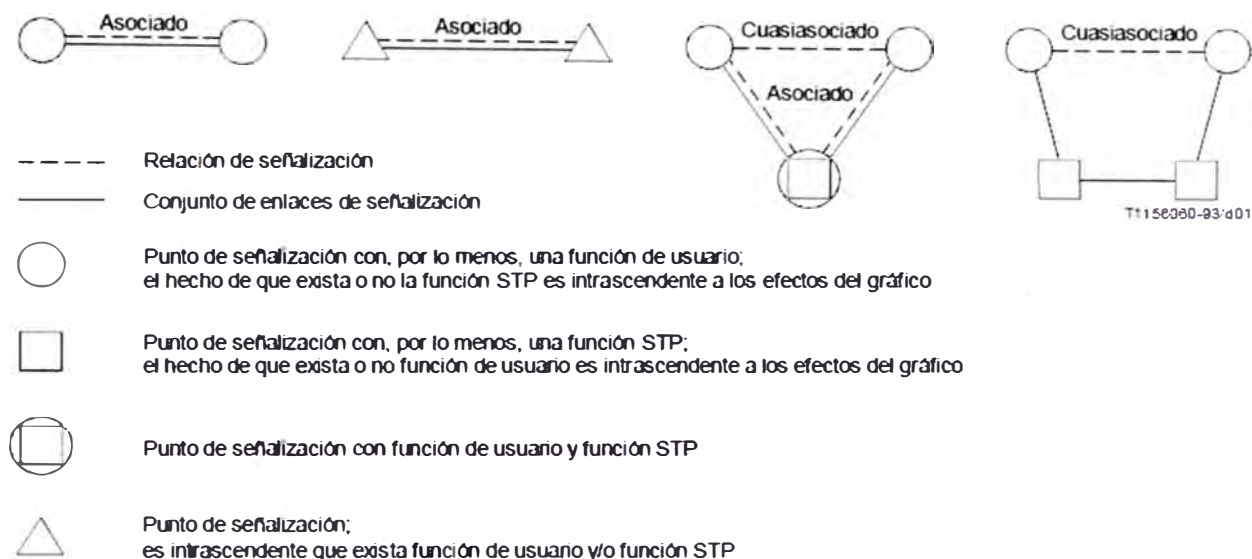


FIGURA 1/Q.700

Ejemplos de los modos de señalización asociado y cuasiasociado
 y definición de símbolos gráficos utilizados para la red de señalización

Un punto de señalización en el cual un mensaje recibido por un enlace de señalización se transfiere a otro enlace de señalización, es decir, un punto en el cual no está ubicada la función parte de usuario emisora ni la receptora, es un punto de transferencia de señalización (STP, *signal transfer point*).

En el modo cuasiasociado, la función de un punto de transferencia de la señalización está situada generalmente en algunos puntos de señalización que pueden estar especializados en esta función, o cambiarla con alguna otra (por ejemplo, con la de conmutación). Un punto de señalización que actúa como punto de transferencia de la señalización funciona como punto de origen y punto de destino para los mensajes generados y recibidos por la función de nivel 3 de la MTP, también en los casos en que no existen funciones de usuario.

2.4 Rutas de señalización

El trayecto predeterminado, constituido por una sucesión de puntos de señalización/puntos de transferencia de señalización y por los enlaces de señalización de interconexión y utilizado por un mensaje a través de la red de señalización entre el punto de origen y el punto de destino, es la ruta de señalización para esta relación de señalización.

Todas las rutas de señalización que un mensaje puede utilizar entre un punto de origen y un punto de destino a través de la red de señalización son el conjunto de rutas de señalización para dicha relación de señalización.

2.5 Estructura de la red de señalización

El sistema de señalización puede utilizarse con diferentes tipos de estructuras de la red de señalización. En la elección entre diferentes tipos de estructuras de la red de señalización pueden influir factores tales como la estructura de la red de telecomunicaciones a que dará servicio el sistema de señalización y los aspectos administrativos.

En el caso de que la provisión del sistema de señalización se planifica, puramente relación de señalización por relación de señalización, se obtendrá probablemente como resultado una red de señalización asociada, complementada por lo general por cierto volumen de señalización cuasiasociada para relaciones de señalización de poco tráfico. La estructura de una tal red de señalización está determinada principalmente por las configuraciones de tráfico de las relaciones de señalización.

Otro planteamiento consiste en considerar la red de señalización como un recurso común que debe planificarse de acuerdo con la totalidad de las necesidades de señalización por canal común. La elevada capacidad de los enlaces de señalización digitales en combinación con las necesidades de redundancia para asegurar la fiabilidad, conduce generalmente a una red de señalización basada en un alto grado de señalización cuasi asociada complementada por un menor grado de señalización asociada. Este último planteamiento para la planificación de la red de señalización es el que más posibilidades ofrece de explotar el potencial de señalización por canal común, de modo que se dé servicio a facilidades de la red que requieran comunicación para otros fines distintos de la conmutación de circuitos.

La red mundial de señalización está estructurada en dos niveles funcionalmente independientes, que son los niveles internacional y nacional. Esta estructura hace posible una división clara de la responsabilidad para la gestión de la red de señalización y permite que los planes de numeración de los puntos de señalización de la red internacional y de las distintas redes nacionales sean independientes unos de otros.

En la Recomendación Q.705 se hacen otras consideraciones sobre la estructura de una red de señalización y, en la Recomendación Q.701, sobre las consecuencias en la parte de transferencia de mensajes.

ANEXO C
Evaluación de técnicas de implementación de portabilidad



ESTUDIO RELACIONADO CON LA IMPLEMENTACION DE LA “PORTABILIDAD NUMERICA”

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pone a consideración del público interesado el contenido del referido estudio, a fin de que remitan sus opiniones y sugerencias por escrito a la Secretaría de Comunicaciones, Av. 28 de Julio N° 800, Lima y vía fax al número telefónico 332-4084 hasta dentro del plazo de treinta (30) días hábiles.

7.- TÉCNICAS DE IMPLEMENTACIÓN MÁS COMUNES

7.1 Técnica de REENVIO DE LLAMADA (a corto plazo):

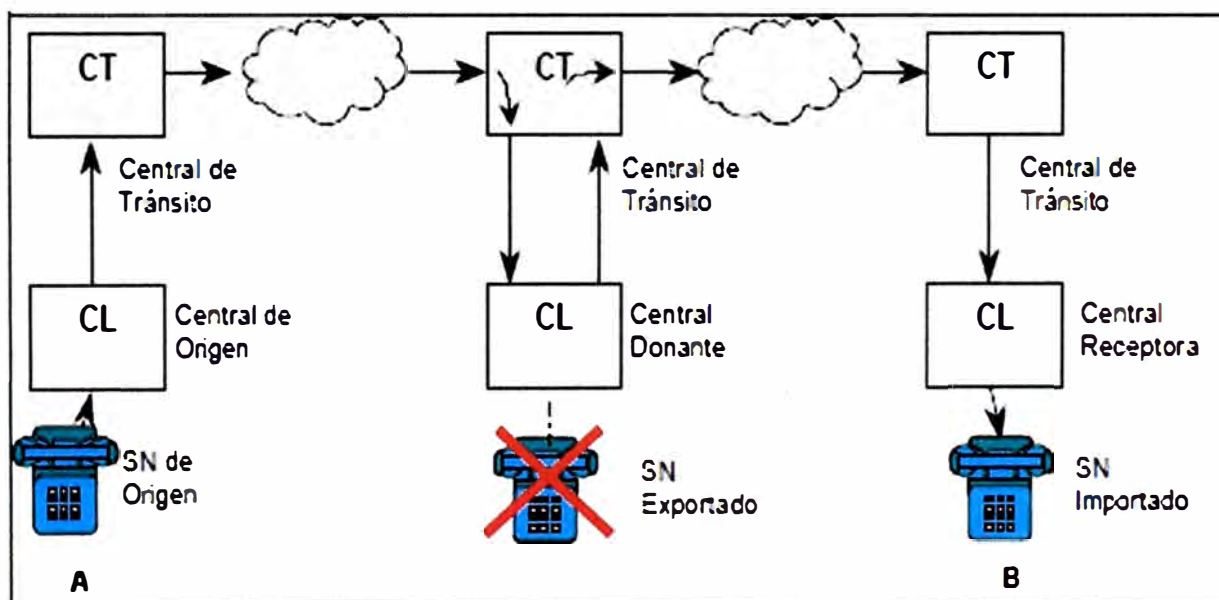
Esta técnica utiliza las funcionalidades ya existentes en las centrales de conmutación, mediante las que es posible reencaminar una llamada entrante hacia otro destino preseleccionado. De modo genérico, la red origen enruta la llamada hacia la red donante (aquella a la que originalmente pertenecía el número) como consecuencia del análisis de los dígitos, y en la central donde antiguamente se ubicaba el número se desencadena el proceso de desvío hacia la nueva posición del abonado. Este método implica un uso intensivo de los recursos de la red donante y su implementación es sencilla, a corto plazo.

Modalidades:

Remote Call Forwarding

Se caracteriza porque la red donante puede comunicar a la red receptora la información relativa a la portabilidad, lo que permite el desvío transparente de servicios suplementarios hasta el abonado.

Por ejemplo, consideremos la configuración de red que se muestra a continuación:



Nota:

- CL: Central Telefónica Local
- CT: Central Telefónica de Tránsito
- SN: Número de Abonado (subscriber number)
- SN Exportado: Número de abonado enviado de una central a otra
- SN Importado: Número de abonado introducido en la central

El Abonado A origina una llamada al Abonado B, quien originalmente estaba en la central que se muestra en el centro del diagrama, ahora llamada “Central Donante”. Al llegar la llamada a la central “donante”, el conmutador “donante” buscará información contenida en el conmutador para determinar si dicho número ha sido “portado” (Nota 1). Dado que efectivamente ha sido “portado”, la llamada será encaminada al conmutador receptor en base a la información de encaminamiento que está prefijada a la información de la parte llamada, mediante el uso del reenvío de llamadas (Nota 2).

Nota 1: Para cada llamada que entra al conmutador “donante”, se debe revisar primero los datos de la base del conmutador para ver si el número ha sido o no “portado” a otro portador. Estos datos se guardan en los datos de la línea de cada número como información de reenvío de llamadas. Todas las centrales que tienen números portables requerirán que el conmutador cuente con el software para el reenvío de llamadas.

Nota 2: La llamada se reencamina a través de la red de telefonía pública en base al prefijo de la dirección de encaminamiento en la red + el número de abonado. No obstante que el cliente B ha mantenido su mismo número, la red reconoce a B a través de un segundo número de abonado que no puede ser discado por los usuarios llamantes; este número sólo lo conocen los elementos de la red. Además, los enlaces hacia y desde la central “donante” se mantendrán mientras dura la llamada.

Call Forwarding Unconditional

La red donante puede desviar la llamada a la red receptora sin procesar la información recibida desde la red origen.

7.2 Técnica de CONSULTA A BASE DE DATOS (a largo plazo):

Técnica de implementación basada en red inteligente⁴, que consiste en consultar la información sobre el número portado a bases de datos, permitiendo que el control del establecimiento de la llamada se mantenga por la red de origen.

Al cursar una llamada, la central origen (a través del Punto de Transferencia de Señalización), se dirigirá hacia la base de datos en la cual recogerá la información correspondiente al referido número, enviando información de encaminamiento nuevamente hacia la central origen. Dicha información le permitirá encaminar adecuadamente la llamada hacia la central receptora. En el caso de ser un número no portado, la llamada se encaminará de manera convencional.

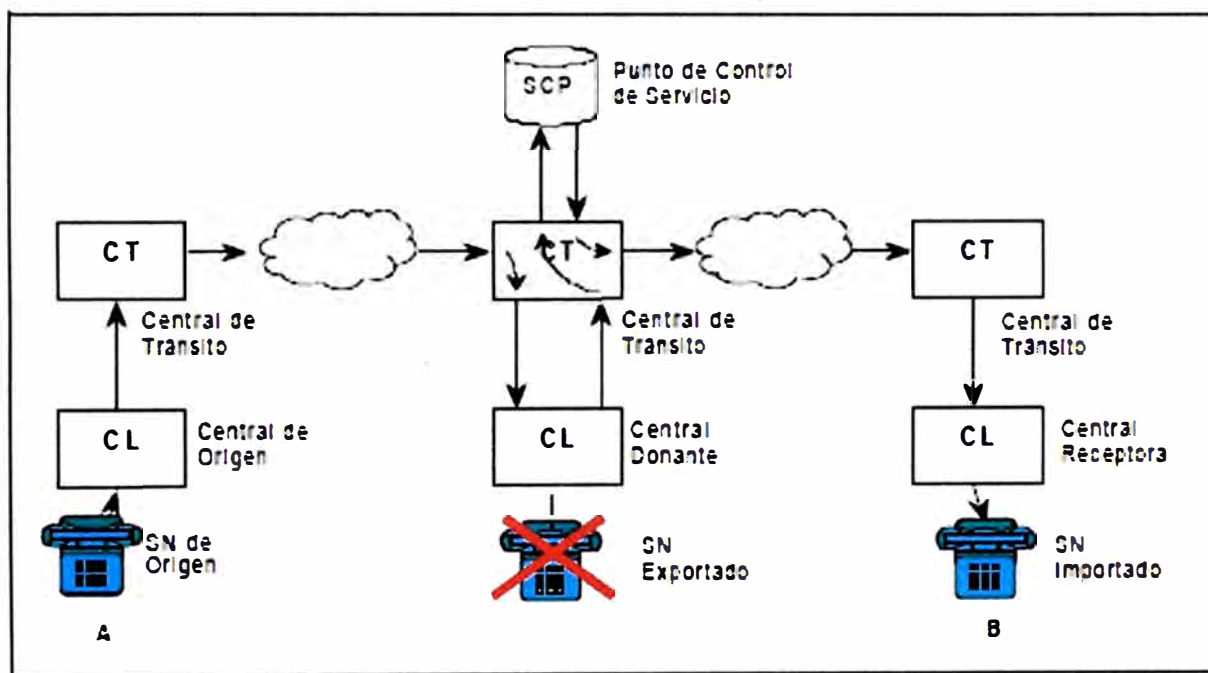
Modalidades:

Consulta en Liberación (Query on Release)

Método de portabilidad de números en el cual la llamada es encaminada a la central “donante” por defecto; si ésta es rechazada (debido a que el número no corresponde a dicha central) la llamada es devuelta a la central de tránsito (equipada con red inteligente) para que efectúe la consulta a la base de datos, con dicha información se encamina correctamente la llamada hacia la red receptora.

Este método centraliza la información de encaminamiento para los números “portados”, lo cual facilita la actualización instantánea y la capacidad de compartir la base de datos con otros operadores. Además minimiza el número de consultas a realizar.

Aumenta el tiempo necesario para establecer la llamada “portada” en comparación de las llamadas “no portadas”.



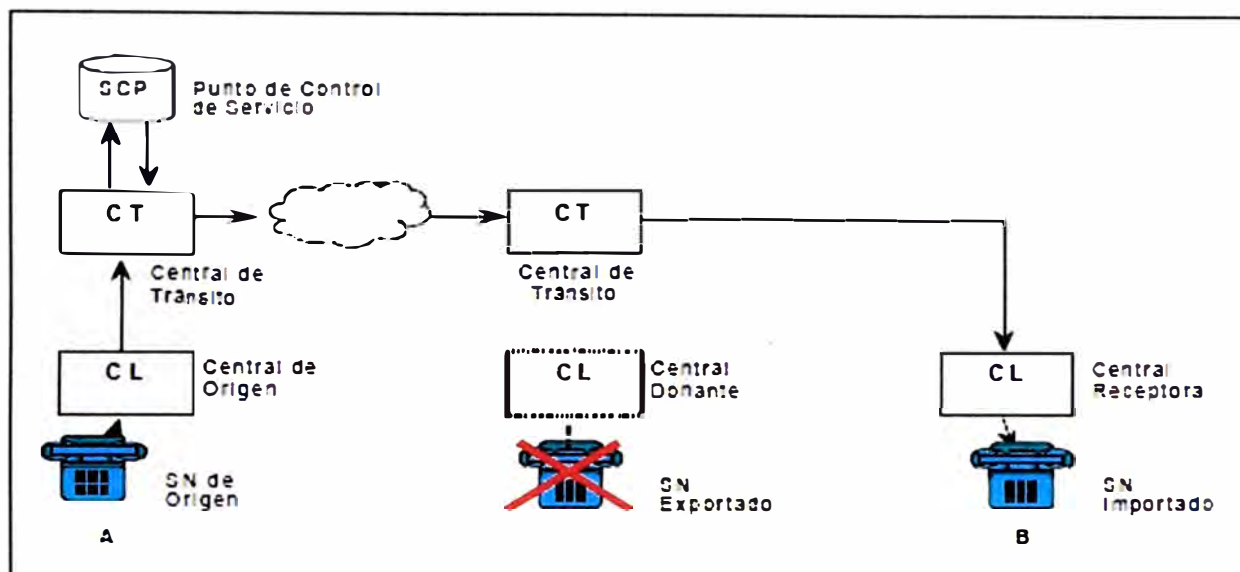
Return to Pivot

La consulta a la base de datos tiene lugar en caso de rechazo de llamada, por parte de la red donante al identificar el número como portado. Difiere del QoR porque un número es portado desde el conmutador donante. El mensaje de retorno contiene la información relativa al correcto encaminamiento.

Consulta de Todas las Llamadas (All Call Query)

En este caso, todas las llamadas generan una consulta a la Red Inteligente para determinar si el número está portado, y de estarlo, bajo qué condiciones y hacia qué operador, central y número de abonado.

La consulta a la base de datos se realiza directamente por parte de la red de origen antes del encaminamiento de cualquier llamada, de modo que en el caso de que el número haya sido portado, se enrute directamente, la llamada a la red receptora, sin que la red donante intervenga en la gestión.



7.3.- Ventajas y desventajas de las técnicas de portabilidad más comunes

Métodos de Portabilidad	REENVIO DE LLAMADA (Remote Call Forwarding / Call Forwarding Unconditional)	CONSULTA A BD Query on Release	CONSULTA A BD All Call Query
Ventajas	<p>Implementación rápida.</p> <p>Capacidad de enviar el prefijo de encaminamiento más allá de las fronteras de la red.</p> <p>Uso de funcionalidades ya existentes en las centrales de conmutación.</p>	<p>Método óptimo en calidad ofrecida para poco tráfico de portabilidad.</p> <p>Minimiza el número de consultas necesarias a ser enviadas.</p> <p>Facilita la actualización instantánea de la información de números portados.</p>	<p>Administración de base de datos más sencilla.</p> <p>Método óptimo en cuanto a calidad ofrecida para mucho tráfico de portabilidad.</p> <p>Mayor independencia de recursos de terceros.</p> <p>Permite que el control del establecimiento de la llamada se mantenga por la red de origen siendo más eficiente y flexible.</p>

Métodos de Portabilidad	REENVIO DE LLAMADA (Remot Call Forwarding / Call Forwarding Unconditional)	CONSULTA A BD Query on Release	CONSULTA A BD All Call Query
Desventajas	<p>Dependencia de recursos de terceros.</p> <p>La gestión de fallas es compleja.</p> <p>Resulta costoso para el conmutador donante debido al enlace deficiente a través de dicha central mientras dure la llamada.</p> <p>Uso ineficiente de recursos numéricos, ya que cada usuario "portado" emplea dos números de abonado: uno que es el marcado por el que llama y el otro es usado por la red para el encaminamiento de la llamada.</p>	<p>Implementación no inmediata.</p> <p>Aumento del tiempo necesario para establecer la llamada "portada" en comparación con las llamadas "no portadas".</p>	<p>Se hacen consultas para números que finalmente no serán portados.</p>

7.4.- Técnica a ser implementada

Se recomienda que se implemente la técnica de Consulta a Bases de Datos que emplea capacidades de red inteligente, ya que es la técnica que utiliza en forma más eficiente la red y el recurso numérico, así como se logra el menor costo de operación sin degradación de la calidad ni fiabilidad de la red.

Por otro lado, se ve por conveniente que en coordinación con los operadores se determine la modalidad específica de la técnica de Consulta a Bases de Datos a ser implementada.

ANEXO D
Definiciones RFC 3261

SIP: Session Initiation Protocol

Status of this Memo

This document specifies an Internet standards track protocol for the Internet community, and requests discussion and suggestions for improvements. Please refer to the current edition of the "Internet Official Protocol Standards" (STD 1) for the standardization state and status of this protocol. Distribution of this memo is unlimited.

Copyright Notice

Copyright (C) The Internet Society (2002). All Rights Reserved.

Abstract

This document describes Session Initiation Protocol (SIP), an application-layer control (signaling) protocol for creating, modifying, and terminating sessions with one or more participants. These sessions include Internet telephone calls, multimedia distribution, and multimedia conferences.

SIP invitations used to create sessions carry session descriptions that allow participants to agree on a set of compatible media types. SIP makes use of elements called proxy servers to help route requests to the user's current location, authenticate and authorize users for services, implement provider call-routing policies, and provide features to users. SIP also provides a registration function that allows users to upload their current locations for use by proxy servers. SIP runs on top of several different transport protocols.

8. General User Agent Behavior

A user agent represents an end system. It contains a user agent client (UAC), which generates requests, and a user agent server (UAS), which responds to them. A UAC is capable of generating a request based on some external stimulus (the user clicking a button, or a signal on a PSTN line) and processing a response. A UAS is capable of receiving a request and generating a response based on user input, external stimulus, the result of a program execution, or some other mechanism.

When a UAC sends a request, the request passes through some number of proxy servers, which forward the request towards the UAS. When the UAS generates a response, the response is forwarded towards the UAC.

UAC and UAS procedures depend strongly on two factors. First, based on whether the request or response is inside or outside of a dialog, and second, based on the method of a request. Dialogs are discussed thoroughly in Section 12; they represent a peer-to-peer relationship between user agents and are established by specific SIP methods, such as INVITE.

In this section, we discuss the method-independent rules for UAC and UAS behavior when processing requests that are outside of a dialog. This includes, of course, the requests which themselves establish a dialog.

Security procedures for requests and responses outside of a dialog are described in Section 26. Specifically, mechanisms exist for the UAS and UAC to mutually authenticate. A limited set of privacy features are also supported through encryption of bodies using S/MIME.

8.3 Redirect Servers

In some architectures it may be desirable to reduce the processing load on proxy servers that are responsible for routing requests, and improve signaling path robustness, by relying on redirection.

Redirection allows servers to push routing information for a request back in a response to the client, thereby taking themselves out of the loop of further messaging for this transaction while still aiding in locating the target of the request. When the originator of the request receives the redirection, it will send a new request based on the URI(s) it has

received. By propagating URIs from the core of the network to its edges, redirection allows for considerable network scalability.

A redirect server is logically constituted of a server transaction layer and a transaction user that has access to a location service of some kind (see Section 10 for more on registrars and location services). This location service is effectively a database containing mappings between a single URI and a set of one or more alternative locations at which the target of that URI can be found.

A redirect server does not issue any SIP requests of its own. After receiving a request other than CANCEL, the server either refuses the request or gathers the list of alternative locations from the location service and returns a final response of class 3xx. For well-formed CANCEL requests, it SHOULD return a 2xx response. This response ends the SIP transaction. The redirect server maintains transaction state for an entire SIP transaction. It is the responsibility of clients to detect forwarding loops between redirect servers.

When a redirect server returns a 3xx response to a request, it populates the list of (one or more) alternative locations into the Contact header field. An "expires" parameter to the Contact header field values may also be supplied to indicate the lifetime of the Contact data.

The Contact header field contains URIs giving the new locations or user names to try, or may simply specify additional transport parameters. A 301 (Moved Permanently) or 302 (Moved Temporarily) response may also give the same location and username that was targeted by the initial request but specify additional transport parameters such as a different server or multicast address to try, or a change of SIP transport from UDP to TCP or vice versa.

However, redirect servers MUST NOT redirect a request to a URI equal to the one in the Request-URI; instead, provided that the URI does not point to itself, the server MAY proxy the request to the destination URI, or MAY reject it with a 404.

If a client is using an outbound proxy, and that proxy actually redirects requests, a potential arises for infinite redirection loops.

Note that a Contact header field value MAY also refer to a different resource than the one originally called. For example, a SIP call connected to PSTN gateway may need to deliver a special informational announcement such as "The number you have dialed has been changed."

A Contact response header field can contain any suitable URI indicating where the called

party can be reached, not limited to SIP URIs. For example, it could contain URIs for phones, fax, or irc (if they were defined) or a mailto: (RFC 2368 [32]) URL. Section 26.4.4 discusses implications and limitations of redirecting a SIPS URI to a non-SIPS URI. The "expires" parameter of a Contact header field value indicates how long the URI is valid. The value of the parameter is a number indicating seconds. If this parameter is not provided, the value of the Expires header field determines how long the URI is valid.

Malformed values SHOULD be treated as equivalent to 3600.

This provides a modest level of backwards compatibility with RFC 2543, which allowed absolute times in this header field. If an absolute time is received, it will be treated as malformed, and then default to 3600.

Redirect servers MUST ignore features that are not understood (including unrecognized header fields, any unknown option tags in Require, or even method names) and proceed with the redirection of the request in question.

21. Response Codes

The response codes are consistent with, and extend, HTTP/1.1 response codes. Not all HTTP/1.1 response codes are appropriate, and only those that are appropriate are given here. Other HTTP/1.1 response codes SHOULD NOT be used. Also, SIP defines a new class, 6xx.

21.3 Redirection 3xx

3xx responses give information about the user's new location, or about alternative services that might be able to satisfy the call.

21.3.1 300 Multiple Choices

The address in the request resolved to several choices, each with its own specific location, and the user (or UA) can select a preferred communication end point and redirect its request to that location.

The response MAY include a message body containing a list of resource characteristics and location(s) from which the user or UA can choose the one most appropriate, if allowed by the Accept request header field. However, no MIME types have been defined for this message body.

The choices SHOULD also be listed as Contact fields (Section 20.10). Unlike HTTP, the SIP response MAY contain several Contact fields or a list of addresses in a Contact field. UAs MAY use the Contact header field value for automatic redirection or MAY ask the user to confirm a choice. However, this specification does not define any standard for such

automatic selection.

This status response is appropriate if the callee can be reached at several different locations and the server cannot or prefers not to proxy the request.

21.3.2 301 Moved Permanently

The user can no longer be found at the address in the Request-URI, and the requesting client SHOULD retry at the new address given by the Contact header field (Section 20.10). The requestor SHOULD update any local directories, address books, and user location caches with this new value and redirect future requests to the address(es) listed.

21.3.3 302 Moved Temporarily

The requesting client SHOULD retry the request at the new address(es) given by the Contact header field (Section 20.10). The Request-URI of the new request uses the value of the Contact header field in the response.

The duration of the validity of the Contact URI can be indicated through an Expires (Section 20.19) header field or an expires parameter in the Contact header field. Both proxies and UAs MAY cache this URI for the duration of the expiration time. If there is no explicit expiration time, the address is only valid once for recursing, and MUST NOT be cached for future transactions. If the URI cached from the Contact header field fails, the Request-URI from the redirected request MAY be tried again a single time.

The temporary URI may have become out-of-date sooner than the expiration time, and a new temporary URI may be available.

21.3.4 305 Use Proxy

The requested resource MUST be accessed through the proxy given by the Contact field. The Contact field gives the URI of the proxy. The recipient is expected to repeat this single request via the proxy. 305 (Use Proxy) responses MUST only be generated by UASs.

21.3.5 380 Alternative Service

The call was not successful, but alternative services are possible. The alternative services are described in the message body of the response. Formats for such bodies are not defined here, and may be the subject of future standardization.

ANEXO E
Definiciones recomendación ITU Q.763



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Q.763

(12/1999)

SERIE Q: CONMUTACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Especificaciones del sistema de señalización N.º 7 –
Parte usuario de la RDSI

**Sistema de señalización N.º 7 – Formatos y
códigos de la parte usuario de la RDSI**

Recomendación UIT-T Q.763

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

Recomendación UIT-T Q.763**Sistema de señalización N.º 7 – Formatos y códigos
de la parte usuario de la RDSI****Resumen**

Esta Recomendación especifica los formatos y códigos de los mensajes y parámetros de la parte usuario de la RDSI que se necesitan para soportar servicios portadores básicos y servicios suplementarios.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Q.763, revisada por la Comisión de Estudio 11 (199 -_000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 3 de diciembre de 1999.

3. Parámetros de Parte de Usuario RDSI

3.44 Número redireccionante

El formato del campo del parámetro número redireccionante corresponde al indicado en la figura 40. En los subcampos del campo del parámetro número redireccionante se utilizan los siguientes códigos:

- a) *Indicador par/impar:* como en 3.9 a).
- b) *Indicador de la naturaleza de la dirección:* como en 3.10 b).
- c) *Indicador de plan de numeración:* como en 3.9 d).
- d) *Indicador de presentación restringida de la dirección:* como en 3.10 e).
- e) *Señal de dirección:* como en 3.10 g).
- f) *Relleno:* como en 3.9 f).

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Par/ impar	Indicador de naturaleza de la dirección						
2	reserva	Indicador de plan de numeración			Indicador de presentación restringida de dirección		reserva	
3	Segunda señal de dirección				Primera señal de dirección			
⋮								
⋮								
n	Relleno (si es necesario)				N-ésima señal de dirección			

Figura 40/O.763 – Campo del parámetro número llamado inicialmente

3.45 Información de redireccionamiento

El formato del campo del parámetro información de redireccionamiento se muestra en la figura 44.

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	H	G	F	E	D	C	B	A
2	P	O	N	M	L	K	J	I

NOTA – El parámetro puede ser recibido con el segundo octeto de una parte usuario de RDSI (ISUP'SS) (*Libro Azul*).

Figura 44/Q.763 – Campo del parámetro información de redireccionamiento

En el campo del parámetro información de redireccionamiento se utilizan los siguientes códigos:

bits CBA:	<i>Indicador de redireccionamiento</i>
0 0 0	no hay redireccionamiento (uso nacional)
0 0 1	llamada reencaminada (uso nacional)
0 1 0	llamada reencaminada, presentación restringida de toda la información de redireccionamiento (uso nacional)
0 1 1	llamada desviada
1 0 0	llamada desviada, presentación restringida de toda la información de redireccionamiento
1 0 1	llamada reencaminada, presentación restringida del número de redireccionamiento (uso nacional)
1 1 0	desvío de llamada, presentación restringida del número de redireccionamiento (uso nacional)
1 1 1	reserva
bits D:	reserva

bits <u>HGFE</u> :	<i>Motivo del redireccionamiento inicial</i>
0 0 0 0	desconocido no disponible
0 0 0 1	usuario ocupado (uso nacional)
0 0 1 0	no hay respuesta (uso nacional)
0 0 1 1	incondicional (uso nacional)
0 1 0 0	} reserva
a	
1 1 1 1	

bits KJI: *Contador de redireccionamientos*
 El número de redireccionamientos de que ha sido objeto la llamada se expresa como número binario comprendido entre 1 y 5.

Bit L: *reservado para uso nacional*

bits <u>PONM</u> :	<i>Motivo del redireccionamiento inicial</i>
0 0 0 0	desconocido no disponible
0 0 0 1	usuario ocupado
0 0 1 0	no hay respuesta
0 0 1 1	incondicional
0 1 0 0	desviación durante aviso
0 1 0 1	desviación inmediata a la respuesta
0 1 1 0	abonado móvil no alcanzable
0 1 1 1	} reserva
a	
1 1 1 1	

3.46 Número de redireccionamiento

El formato del campo del parámetro número de redireccionamiento se muestra en la figura 10.

En los subcampos del campo del parámetro número de redireccionamiento se utilizan los siguientes códigos:

- Indicador par/impar O/E*: como en 3.9 a).
- Indicador de la naturaleza de la dirección*:

0 0 0 0 0 0 0	reserva
0 0 0 0 0 0 1	número de abonado (uso nacional)
0 0 0 0 0 1 0	desconocido (uso nacional)
0 0 0 0 0 1 1	número (significativo) nacionales
0 0 0 0 1 0 0	número internacional
0 0 0 0 1 0 1	reserva

0 0 0 0 1 1 0	número de encaminamiento de red en formato de número (significativo) nacional (uso nacional)
0 0 0 0 1 1 1	número de encaminamiento de red en formato de número específico de red (uso nacional)
0 0 0 1 0 0 0	reservado para el número de encaminamiento de red concatenado con número de la guía llamado (uso nacional)
0 0 0 1 0 0 1	} reserva
a	
1 1 0 1 1 1 1	} reservado para uso nacional
1 1 1 0 0 0 0	
a	
1 1 1 1 1 1 0	
1 1 1 1 1 1 1	reserva

- c) *Indicador de número interno de red (INN):* como en 3.9 c).
- d) *Indicador de plan de numeración:* como en 3.9 d).
- e) *Señal de dirección:* como en 3.10 g).
- f) *Relleno:* como en 3.9 f).

ANEXO F
Configuración de Asterisk

1. Configuración de modo de trabajo de EIs de tarjeta

Los EIs operan con las siguientes características:

Codificación: hdb3

Señalización: por canal común (CCS)

Para tal fin se edita el archivo “system.conf”

```
#####SynAST Ver1.12.0.0#####
```

```
loadzone=us
defaultzone=us
span=1,0,0,ccs,hdb3
bchan=1-15,17-31
dchan=16
span=2,2,0,ccs,hdb3
bchan=32-62
span=3,3,0,ccs,hdb3
bchan=63-93
span=4,4,0,ccs,hdb3
bchan=94-124
span=5,5,0,ccs,hdb3
bchan=125-139,141-155
dchan=140
span=6,6,0,ccs,hdb3
bchan=156-186
span=7,7,0,ccs,hdb3
bchan=187-217
span=8,8,0,ccs,hdb3
bchan=218-248
```

2. Configuración de troncal SS7: Se define en el archivo “chan dadhi.conf”:

```
#####SynAST Ver1.12.0.0#####
```

[trunkgroups]

[channels]

language=es

signalling=ss7

ss7type=itu

networkindicator=national

;port 1

linkset=1

group=1

context=cc08 # dialplan de troncal SS7

signalling=ss7

ss7type=itu

pointcode=1940 # Definición de OPC de SYNWAY

adjpointcode=1948

defaultdpc=1948 # DPC de central Huawei CC08

networkindicator=national

cicbeginswith=1

channel=>1-15

cicbeginswith=17

channel=>17-31

sigchan=16 # TID de señalización (Canal 16)

isup_timer.digittimeout = 3000

;port 2

signalling=ss7

cicbeginswith=33

channel=>32-62

;port 3

signalling=ss7

```
cicbeginswith=65
channel=>63-93
```

```
;port 4
signalling=ss7
cicbeginswith=97
channel=>94-124
```

3. Configuración de troncal SIP : Se define el el archivo “sip.conf”

```
[sip-softx]
type=peer
fromdomain=10.24.150.226 # IP de peer de central Softswitch
context=sip-softx      # Dialplan de troncal SIP
```

4. Configuración de Dialplan: Se define en el archivo extensions.conf

```
[cc08]

exten => _X.,1,NoOp(${EXTEN})
exten => _X.,n,AGI(portax.agi,did=${EXTEN},cli=${CALLERID(num)})
exten => _X.,n,GotoIf("${errorCode}" != "OK"?portax-${errorCode},1)
exten => _X.,n,NoOp(numero_traducido ${numero_traducido})
exten => _X.,n,Set(_SS7_REDIRECTING_NUMBER=${numero_traducido})
exten => _X.,n,Hangup(31)
exten => portax-UNMATCHED,1,Hangup(1)
```

```
[sip-softx]

exten => _X.,1,NoOp(${EXTEN})
exten => _X.,n,AGI(portax.agi,did=${EXTEN},cli=${CALLERID(num)})
exten => _X.,n,GotoIf("${errorCode}" != "OK"?portax-${errorCode},1)
exten => _X.,n,NoOp(numero_traducido ${numero_traducido})
```

exten => _X.,n,Transfer(SIP/\${numero_traducido}@10.24.150.226:5060)

exten => _X.,n,Hangup()

exten => portax-UNMATCHED,1,Hangup()

ANEXO G
Configuración de AGI de Portabilidad


```
use DBI;

$dbmyporta = null;
$dbh = null;

sub portax {
    my $self = shift;
    my $server_prop = $self->{server};
    my $agi = $server_prop->{agi};
    my $params = $agi->{params};
    $dbmyporta = $self->{server}{dbmyporta};
    $dbh = $self->{server}{dbh};

    # Parametros de Inicializacion
    my $extension = $params->{'did'};
    my $ani = $params->{'cli'};

    $dbh->do("use portabilidad");

    my $phone = "";
    $nm_orig = '37';
    my $nm_dest = 11;

    my $PORTA_MOVIL = 0;
    my $PORTA_FIJO = 0;
    my $PORTA_0800 = 0;

    my $FIJO_WHOLESALE = 0;
    my $FIJO_WHOLESALE_MOD = 0;
    my $FIJO_AMEPE = 0;
    my $FIJO_AMEPE_MOD = 0;
    my $FIJO_1977 = 0;
    my $FIJO_IDT = 0;
```

```
my $P0800_AMEPE = 0;
```

```
my $MOVIL_AVM_LOCAL = 0;
```

```
my $MOVIL_AVM_INTER = 0;
```

```
my $MOVIL_IVR_119_1 = 0;
```

```
my $MOVIL_IVR_119_2 = 0;
```

```
my $MOVIL_IDT = 0;
```

```
$errorCode = 'OK';
```

```
if (($extension =~ m/^080[0-5]/i) && (length($extension) == 9)) {      ## 0800 -
Origen Americatel
    $PORTA_0800 = 1;
    $phone = $extension;
    $P0800_AMEPE = 1;
} elsif ($extension =~ m/^19770/i) {      ## FIJO - Origen Americatel
    $PORTA_FIJO = 1;
    $phone = substr($extension, 5);
    $FIJO_1977 = 1;
} elsif (($extension =~ m/^31/i) && (length($extension) == 10)) {      ## FIJO - IDT
    $PORTA_FIJO = 1;
    $phone = substr($extension, 2);
    $FIJO_IDT = 1;
} elsif (($extension =~ m/^0[1-8]/i) && (length($extension) == 9)) {      ## FIJO -
Origen Wholesale
    $PORTA_FIJO = 1;
    $phone = substr($extension, 1);
    $FIJO_WHOLESALE = 1;
} elsif (($extension =~ m/[1-8]/i) && (length($extension) == 8)) {      ## FIJO -
Origen Wholesale - Modificado
    $PORTA_FIJO = 1;
    $phone = $extension;
```

```

$FIJO_WHOLESALE_MOD = 1;
} elsif (($extension =~ m/^[1-8]/i) && ((length($extension) == 6) || (length($extension)
== 7))) {      ## FIJO - Origen Americatel
$PORTA_FIJO = 1;
if ($sani =~ m/^1/i) {
    $area_code = '1';
} else {
    $area_code = substr($sani, 0, 2);
}
$phone = $area_code.$extension;
$FIJO_AMEPE = 1;
} elsif (($extension =~ m/^0[1-8]/i) && ((length($extension) == 7) || (length($extension)
== 8))) { ## FIJO - Origen Americatel - Modificado
$PORTA_FIJO = 1;
if ($sani =~ m/^1/i) {
    $area_code = '1';
} else {
    $area_code = substr($sani, 0, 2);
}
$phone = $area_code.substr($extension, 1);
$FIJO_AMEPE_MOD = 1;
} elsif ($extension =~ m/^09/i) {      ## MOVIL - Origen Fijo LOCAL, Destino
MOVIL
    $PORTA_MOVIL = 1;
    $phone = substr($extension, 1);
    $MOVIL_AVM_LOCAL = 1;
} elsif ($extension =~ m/^9/i) {      ## MOVIL - Origen Internacional y Prepago,
Destino MOVIL
    $PORTA_MOVIL = 1;
    $phone = $extension;
    $MOVIL_AVM_INTER = 1;
} elsif ($extension =~ m/^319/i) {      ## MOVIL - Origen IDT PERU, Destino
MOVIL

```

```

$PORTA_MOVIL = 1;
$phone = substr($extension, 2);
$MOVIL_IDT = 1;
} elseif ($extension =~ m/^11919/i) {    ## MOVIL - IVR 119 / AVM / OPCION 1
$PORTA_MOVIL = 1;
$phone = substr($extension, 4);
$MOVIL_IVR_119_1 = 1;
} elseif ($extension =~ m/^11929/i) {    ## MOVIL - IVR 119 / AVM / OPCION 2
$PORTA_MOVIL = 1;
$phone = substr($extension, 4);
$MOVIL_IVR_119_2 = 1;
} else {
$errorCode = 'UNMATCHED';
}

```

Validaciones de longitud de numeros

```

if ($PORTA_MOVIL) {
    if (length($phone) != 9) {
        $errorCode = 'UNMATCHED';
    }
} elseif ($PORTA_FIJO) {
    if (length($phone) != 8) {
        $errorCode = 'UNMATCHED';
    }
} elseif ($PORTA_0800) {
    if (length($phone) != 9) {
        $errorCode = 'UNMATCHED';
    }
}
}

```

```

$self->log(2, "portax: extension $extension - phone $phone - tipo_porta
$PORTA_FIJO.$PORTA_0800.$PORTA_MOVIL - initial errorCode $errorCode");

```

```

if($errorCode eq 'OK') {
    if($PORTA_MOVIL) {
        my $query = "SELECT nrm_receptor FROM numeros_portados WHERE telefono =
?";
        my $sth = $dbmyporta->prepare($query);
        $sth->execute($phone) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
phone: $phone");
        $data = $sth->fetch;
        $nrm_dest = $data->[0];
        if($nrm_dest == null) {
            $prefijo = substr($phone, 0, 5);
            my $query = "SELECT nrm FROM plan_numeracion WHERE prefijo = ?";
            my $sth = $dbmyporta->prepare($query);
            $sth->execute($prefijo) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
prefijo: $prefijo");
            $data = $sth->fetch;
            $nrm_dest = $data->[0];
            if($nrm_dest == null) {
                $errorCode = 'UNMATCHED';
            }
        }
    }
    } elsif($PORTA_FIJO) {
        my $query = "SELECT nrm_receptor FROM numeros_portados_fijos WHERE
telefono = ?";
        my $sth = $dbh->prepare($query);
        $sth->execute($phone) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
phone: $phone");
        $data = $sth->fetch;
        $nrm_dest = $data->[0];
        if($nrm_dest == null) {
            $prefijo = substr($phone, 0, 6);
            my $query = "SELECT nrm FROM plan_numeracion_fijos WHERE prefijo = ?";
            my $sth = $dbh->prepare($query);

```

```

    $sth->execute($prefijo) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
prefijo: $prefijo");
    $data = $sth->fetch;
    $nrn_dest = $data->[0];
    if ($nrn_dest == null) {
        $errorCode = 'UNMATCHED';
    }
}
} elsif ($PORTA_0800) {
    my $query = "SELECT nrn_receptor FROM numeros_portados_080C WHERE
telefono = ?";
    my $sth = $dbh->prepare($query);
    $sth->execute($phone) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
phone: $phone");
    $data = $sth->fetch;
    $nrn_dest = $data->[0];
    if ($nrn_dest == null) {
        $prefijo = substr($phone, 0, 7);
        my $query = "SELECT nrn FROM plan_numeracion_080C WHERE prefijo = ?";
        my $sth = $dbh->prepare($query);
        $sth->execute($prefijo) or $self->log(2, "Unable to execute '$query'. $sth->errstr -
prefijo: $prefijo");
        $data = $sth->fetch;
        $nrn_dest = $data->[0];
        if ($nrn_dest == null) {
            $errorCode = 'UNMATCHED';
        }
    }
}
}
if ($errorCode eq 'OK') {
    if ($FIJO_1977) {
        $numero_traducido = '1977'.$nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
    } elsif ($FIJO_IDT) {

```

```

    $nrn_orig = 31;
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($FIJO_WHOLESALE) {
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.'0'.$phone;
} elseif ($FIJO_WHOLESALE_MOD) {
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($FIJO_AMEPE) {
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($FIJO_AMEPE_MOD) {
    $numero_traducido = 'A'.$nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($P0800_AMEPE) {
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($MOVIL_AVM_LOCAL) {
    $numero_traducido = '0'.$nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($MOVIL_AVM_INTER) {
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($MOVIL_IDT) {
    $nrn_orig = 31;
    $numero_traducido = $nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($MOVIL_IVR_119_1) {
    $numero_traducido = '1191'.$nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
} elseif ($MOVIL_IVR_119_2) {
    $numero_traducido = '1192'.$nrn_dest.$nrn_orig.$phone;
}
$self->log(2, "portax final: extension $extension - phone $phone - numero_traducido
$numero_traducido");
$agi->set_variable('numero_traducido', $numero_traducido);
}
}
$agi->set_variable('errorCode', $errorCode);

return(1);
}

```