

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“MIGRACIÓN DE TRÁFICO INTERNACIONAL DE UN OPERADOR
CELULAR A UN BACKBONE REGIONAL IMS”

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

Previa a la obtención del grado de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

PEDRO ALEJANDRO GALLARDO JARA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir de manera exitosa un objetivo que se vio aplazado por un tiempo.

Agradezco a mi familia por todo el apoyo que me brindaron constantemente para no flaquear en la consecución de esta meta, también es importante dar un espacio al personal docente de la Espol quienes nos dieron la oportunidad de titularnos en base a nuestra experiencia en el campo laboral.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a mi DIOS quien me ha dado la vida y me bendijo con una familia (esposa e hijas) para poder compartir con ellas la consecución de una de mis metas profesionales.

También aprovecho esta oportunidad para dedicar este trabajo a mis seres amados (madre, padre, hermana) quienes esperaron por tanto tiempo verme finalizar esta etapa educativa emprendida ya hace varios años y finalmente puedo retribuir toda la fe y las bendiciones que siempre pusieron de manifiesto para mi persona.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Mg. Washington Medina M

PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC

Ph.D. Germán Vargas

PROFESOR DELEGADO

POR LA SUBDECANA DE LA FIEC

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Informe me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

.....
Pedro Alejandro Gallardo Jara

RESUMEN

En pro de mejorar los sistemas de comunicaciones de las operadoras celulares a nivel regional se planteó la opción de unificar los servicios a través de una red IMS. A nivel del operador celular local esto comprendía migrar su tráfico internacional a la nueva red regional.

Para llevar a cabo este proyecto, la implementación se divide en dos fases importantes.

1. Integración de las operadoras celulares a una red IMS regional unificada.
2. Migración de los servicios de voz y aplicación de servicios de valor agregado.

Como resultado de esta integración regional a través de una plataforma IMS se obtuvo una red de tráfico internacional más robusta y confiable, esto a nivel global se expresa como ventaja competitiva e incremento en ahorros a través de la integración de las redes y los servicios a lo largo de la región.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO 1	1
1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA	1
1.1 Topología de una red LDI local	2
1.2 Requerimiento y dimensionamiento de equipos	4
1.3 Integración de los NE a la red Local y Regional	7
1.3.1 Integración de los elementos de red al backbone local del operador celular	9
1.3.2 Integración al backbone Regional	11
1.4 Migración del trafico	14
1.4.1 Pruebas de Bitácora	15
1.4.2 Apertura de trafico controlado por hora	17
1.4.3 Apertura del tráfico Internacional	18
CAPÍTULO 2	19
2. RESULTADOS OBTENIDOS	19
2.1 Medición de la performance de la red regional IMS	20
2.1.1 Trafico generado en la red regional IMS	20
2.1.2 Tasa de llamadas Contestadas	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	26

ABREVIATURAS

LDI	Long Distance International
IMS	IP Multimedia Subsystem
PSTN	Public Switched Telephone Network
PLMN	Public Land Mobile Network
NGN	Next Generation Network
MSOFT	Mobile Softswitch
UMG	Universal Media Gateway
SBC	Session Border Controler
SX	Softswitch Fijo
TDM	Time Division Multiplexing
IP	Internet Ptotocol
MSOFT	Mobile Softswitch
NE	Network Element
MSS	Mobile Switching Service
BHCA	Busy Hour Call attempts
NE	Network Element
HLD	High Level design
LLD	Low level design

INTRODUCCIÓN

En el mercado de las telecomunicaciones es crucial mantenerse en la vanguardia de la tecnología para brindar nuevos servicios o en su defecto para optimizar los servicios prestados, en este segundo punto disminuir los costos operativos es un tema clave para una empresa. Puntualmente este es el caso del operador celular quien en base a una estrategia comercial a nivel de la región de Latinoamérica requirió la integración de su core de voz internacional a una plataforma unificada a nivel regional. Este proyecto le conllevaría disminución en los costos operativos por interconexión con los carrier internacionales los cuales eran sus proveedores de última milla para la salida del tráfico de voz internacional. La integración a nivel regional le representa una mejora en su plataforma LDI para el servicio de tráfico internacional así como la disponibilidad para brindar servicios de valor agregado bajo la nueva red a implementar.

Para llevar a cabo el proyecto de migración de tráfico internacional a una red regional IMS es necesario gestionar el proyecto de una manera jerárquica empezando con la evaluación del trabajo a nivel macro, para después ir solventando las demás fases en función de la cronología proyectada para la implementación del proyecto:

- Planificar

En base a la solución planteada para cubrir los requerimientos de la operadora celular se estableció un plan de trabajo regional, para definir los pasos a seguir en el proyecto.

- Integrar

Para la integración de las operadoras celulares a la red regional IMS nos basamos en los estándares técnicos desarrollados para la unificación de servicios.

- Migrar

Dentro de la jerarquía de desarrollo del proyecto, esta es la fase donde se pone en servicio el requerimiento inicial del cliente.

En base al modelo de gestión antes mencionado, personalmente participe en el diseño de la solución a nivel local (HLD,LLD), en la Integración de las plataformas MSOFT y del Session Border Controler (SBC) a la red IMS, y posteriormente en la migración del tráfico internacional de la red LDI existente a la nueva red regional IMS.

CAPÍTULO 1

1. METODOLOGÍA O SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA

Para entender de una mejor manera el proceso de migración de tráfico internacional de un operador celular, debemos conocer cuál es la red origen de donde se va a migrar los servicios de voz, tal que podamos determinar cuáles son los requerimientos y establecer un correcto dimensionamiento, en base a esto podemos definir los equipos necesarios para atender la demanda y planificar una integración homogénea de la solución a implementar. Una vez revisados estos conceptos podremos detallar los pasos requeridos para la migración del tráfico internacional.

1.1 Topología de una red LDI local

Previo a la migración de los servicios de voz a la red regional IMS, el operador celular constaba con una red LDI propia basada en la tecnología NGN cuyo modelo de implementación se basa en 4 capas: Acceso, Transporte, Control de Red, y Gestión de servicios tal como se muestra en la figura 1.1.

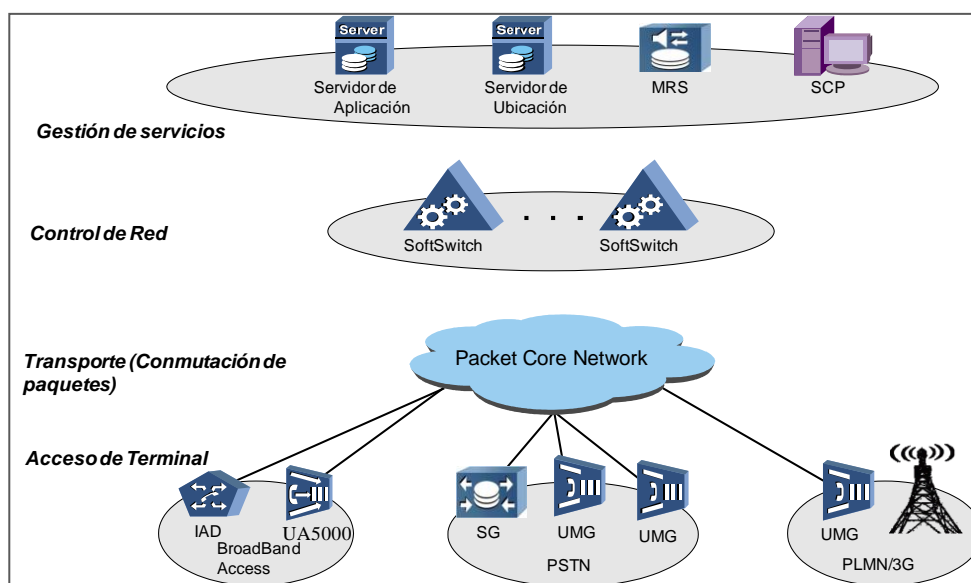


Figura 1.1: Capas del Modelo NGN [1]

En base a la arquitectura NGN el operador celular definió su topología de red LDI tal como se aprecia en la figura 1.2, donde la PLMN y el UMG forman parte de la capa de acceso, el SBC y el Backbone IP conforman la capa de Transporte, el Softswitch (SX) maneja la parte de Control de Red y la Capa de gestión está comprendida por el N2000 y servidores de tasación.

Cada uno de estos componentes tiene su función en la red la cual se detalla a continuación:

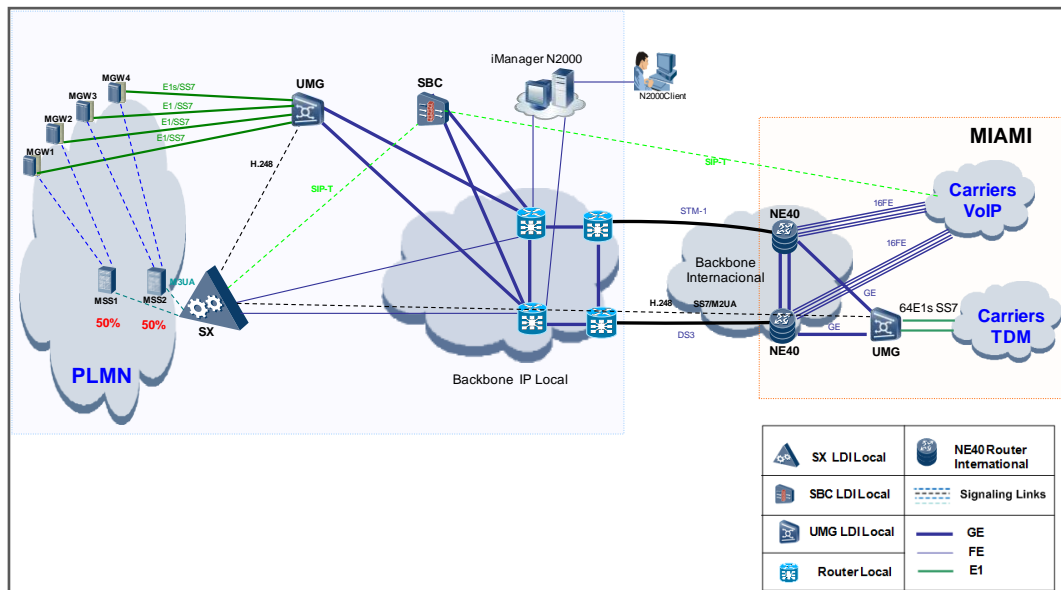


Figura 1.2: Topología Estándar de una red LDI local

La función base del SX era la interconexión a manera de tándem entre la PLMN del operador y los carriers internacionales. Para llevar a cabo esta tarea el SX se apoyaba en dos elementos básicos de una red NGN: un UMG y un Session Border Controller (SBC). La función del UMG era permitir la interconexión física de la red TDM hacia la red IP poniendo a disposición el uso de circuitos físicos y a la asignación de recursos de voz para la completación de la llamada. En tanto que la función del SBC era permitir la interconexión con los carrier internacionales, el SX3000 se apoyaba en el SBC el cual cumplía las funciones de Firewall aislando la red interna del cliente respecto a las redes públicas de los carriers, además de realizar el nateo de las direcciones privadas que se manejan en la red interna del operador hacia Ip públicas asignadas a cada carrier.

1.2 Requerimiento y dimensionamiento de equipos

Previo a definir los elementos de red necesarios para implementar la migración a la regional IMS es necesario conocer los requerimientos actuales, tanto del operador local como de la parte regional.

Requerimientos a nivel Regional:

- Integración a una arquitectura IMS
- Fácil introducción de servicios y aplicaciones de valor agregado
- Redundancia Geográfica: IMS core (CSCF, HSS, DNS, MGCF)
- Soporte de Protocolos de comunicación y codecs: G.729a/b, G.726, G.723, G.711, MPEG, SIP-I / SIP/SIP-T/BICC/H.323/C5
- Reducción de costos de operación

Requerimientos a nivel Local:

- Habilitación de 3000 troncales TDM (100 E1s) para integración con la PLMN
- Disponibilidad de 100 troncales SIP/SIP-T/SIP-I
- Introducción de servicios de valor agregado tales como Telepresencia

En base a los requerimientos expuestos se dimensionaron los siguientes elementos de red acorde a la figura 1.3:

- Un MSOFT
Para la red LDI del cliente el MSOFT hará las veces de MGCF quien se encarga del control de llamada.
- Un UMG
Para el ambiente IMS este UMG hace las veces de MGW para la interconexión con la red TDM del cliente.
- Un SBC
Frontera entre la red local del cliente y la red regional IMS.

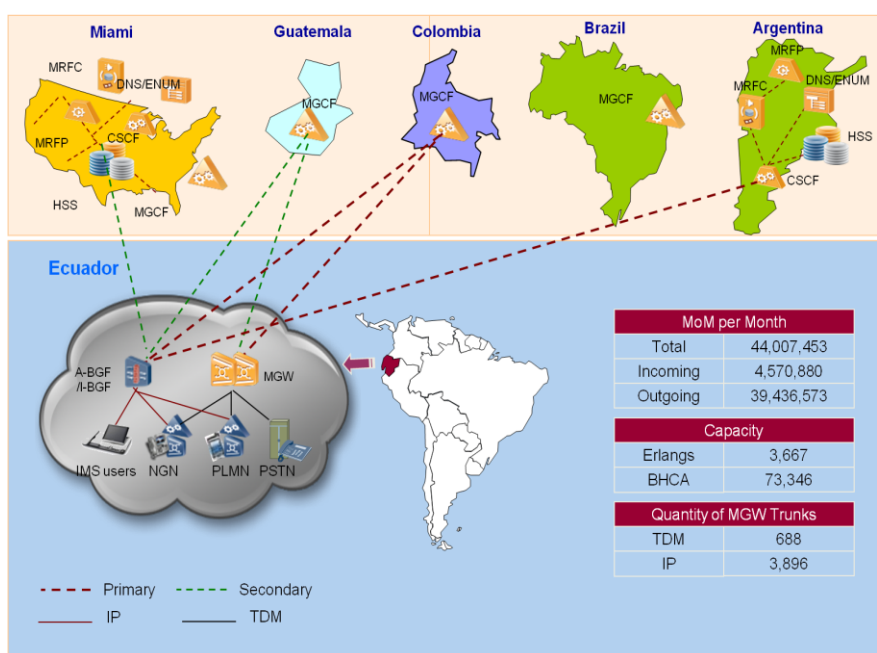


Figura 1.3: Hardware requerido para solución

Las especificaciones técnicas de los elementos en base los requerimientos realizados se muestran a continuación:

La tabla 1 muestra las especificaciones y propiedades técnicas del MSOFT

Tabla 1: Especificaciones Técnicas del MSOFT [2]

Parámetro	Especificación
BHCAs	Configurado: 600K BHCAs (1+1) Capacidad de crecimiento hasta 13M BHCAs (1+1)
Troncales	Troncales habilitadas: 3000 troncales TDM (100 E1s) con capacidad de expansión a 15000 troncales TDM (500 E1s), 100 troncales SIP/SIP-T/SIP-I con capacidad de expansión a 1000 troncales SIP/SIP-T
Protocolos	Protocolos: H.323, SIP/SIP-T/SIP-I, H.248/MEGACO, MGCP, SIGTRAN (M3UA/M2UA/SCTP), SS7 (ISUP/TUP/MTP), SNMP.
CDRs	Almacenamiento de 110MB CDRs en Msoft, 400GB CDRs en Servidor de Tarifación, transferencia de 4,000 CDRs/seg al Centro de Facturación.
Aplicaciones	Soporte de Voz sobre IP (VoIP), Fax sobre IP (FoIP), Módem sobre IP (MoIP) y tonos DTMF sobre IP.
Carrier-class	Redundancia 1+1 en todos sus componentes principales.

La tabla 2 muestra las especificaciones y propiedades técnicas del UMG.

Tabla 2: Especificaciones Técnicas del UMG [2]

Parámetro	Especificación
Troncales	Configurado 100x30=3000 troncales TDM codificadas en 3000 canales VoIP Capacidad de crecimiento hasta 500E1s y 8K canales VoIP (3 frames)
Matriz de conmutación	Matriz de conmutación TDM de 32K, matriz de conmutación de paquetes de 12Gbps (expandible hasta 36Gbps en 3 frames).
Codecs/Canceladores de Eco	Configurado 1 codec G.711A/μG.723,G.726/G.729 y un cancelador de eco de 128ms para VoIP por cada troncal, en total 4,800 de dichos recursos. Las tarjetas que conforman los bancos de codecs y canceladores de eco se configuran en redundancia N+1.
Protocolos	Configurados: SS7 (ISUP/TUP/MTP), SIGTRAN (M2UA), H.248 Otros protocolos soportados: PRA, R2, V5, SIGTRAN (IAU/V5UA)
Interfases	Soporte para interfaces E1/T1/STM-1, FE/GE, ATM STM-1/E3, POS STM-1/STM-4 para aplicaciones Clase 4.
SG	SG embebido configurado para proveer 24 links SS7 en redundancia 1+1.
Calidad de voz	Buffer de jitter configurable, detección automática de voz, generación de ruido confortable, detección de mute, ajuste dinámico de cancelación de eco.

La tabla 3 muestra las especificaciones y propiedades técnicas del SBC.

Tabla 3: Especificaciones Técnicas del SBC [2]

Item		Especificación
Máximo número de usuarios registrados		50,000
Numero de sesiones concurrentes	Señalización	5,000
	Trama de datos	5,000
BHCA	Señalización	> 512 K
	Trama de datos	> 512 K
Bi-directional forwarding rate of RTP stream packets		1 Mpps

1.3 Integración de los NE a la red Local y Regional

Para la integración de los Network Elements (NE) a la red local y regional de la operadora los elementos se basan en los siguientes protocolos de señalización:

H.248: Media gateway control protocol, usado por el MSOFT para controlar al MGW.

SCTP: Stream control transmission protocol, usado para proveer servicios de transferencia de paquetes de datos de forma confiable para los protocolos de adaptación de señalización SCN basada en IP.

M3UA: MTP3 user adaptation layer, usado por el MSOFT para interactuar con M3UA SGs.

IUA: ISDN Q.921 user adaptation protocol, usado por el MSOFT para interactuar con MGW con funciones IUA SG incorporadas.

MTP: Message transfer part, utilizado para la interconexión entre el MSOFT y la red de señalización SS7. Esto es para permitir que el MSOFT interactúe con SPs o STPs en la red de señalización SS7.

ISUP: Integrated services digital network user part, se utiliza para la interconexión entre el MSOFT y la PSTN u otros MSCs. Esto es para permitir que el Msoft proporciones troncales ISUP a través de los UMGs.

SCCP: Signaling connection control part, utilizado para soportar los protocolos MAP y CAP para ayudar a establecer conexiones de señalización de circuitos independientes entre el Msoft y otras entidades como el VLR, HLR, EIR, MSC, SMC, GMLC y SCP, a través de la red de señalización SS7

PRA: ISDN subscriber network signaling, utilizado para la interconexión entre el MSOFT y las PBXs. Esto es para permitir que el MSOFT proporcione interfaces de velocidad primaria (PRI) a través de los UMGs.

SIP: Session initiation protocol, utilizado para la interconexión entre el MSOFT y otros conmutadores de software o servidores de aplicaciones SIP, SIP y para acceder a los terminales de paquetes multimedia

SIP-T: Extension protocol of SIP, utilizado para la transmisión transparente de la señalización ISUP

FTP: File-transfer protocol, utilizado para apoyar la interconexión entre el MSOFT y centros de facturación. Esto es para permitir que el MSOFT proporcione interfaces de FTP.

NTP: Network time protocol, utilizado para apoyar la sincronización de reloj entre el MSOFT BAM y el servidor NTP. Esto es para asegurar que el tiempo de todos los dispositivos en la red está sincronizada.

1.3.1 Integración de los elementos de red al backbone local del operador celular

Dentro de las consideraciones a tomar para la integración de los elementos de red al Backbone Ip local tenemos:

- Planeamiento Ip de los elementos a agregar.
- Integración al backbone Ip local.
- Definición e integración con los elementos de red con los que interactuara.

Posterior a la definición de los recursos IP a utilizar por los nuevos NEs se procedió con la integración al core IP de esta manera se estableció la conectividad a nivel IP, el cual es el principio fundamental para toda iteración de elementos en una red de equipos.

Una vez establecida la conectividad a nivel IP, el MSOFT se integró al UMG a través de un link H.248 a través del cual controla las funciones

del UMG para permitir el paso de la media (user plane) para una llamada de voz. De la misma forma se estableció una conexión SIP entre el MSOFT y el SBC. Tomar en cuenta que una de las funciones básicas del SBC es permitir el paso del tráfico generado en una red local hacia una red pública a través de sus features de nateo.

Posterior a la integración de los elementos que interactuaran con el core regional IMS, procedimos a la integración con la PLMN. Siendo así que el MSOFT se integró con una MSS del operador local por la cual convergía todo el tráfico de la PLMN que iba a ser enviado por la red regional IMS, para esta integración usamos enlaces M3UA, los cuales se establecieron por medio de varias asociaciones SCTP para redundancia del link de comunicación establecido.

Otro elemento de la PLMN que se integró fue el MGW, a través de enlaces TDM con el UMG. El resultado final de la integración al Backbone local se aprecia en la figura 1.4.

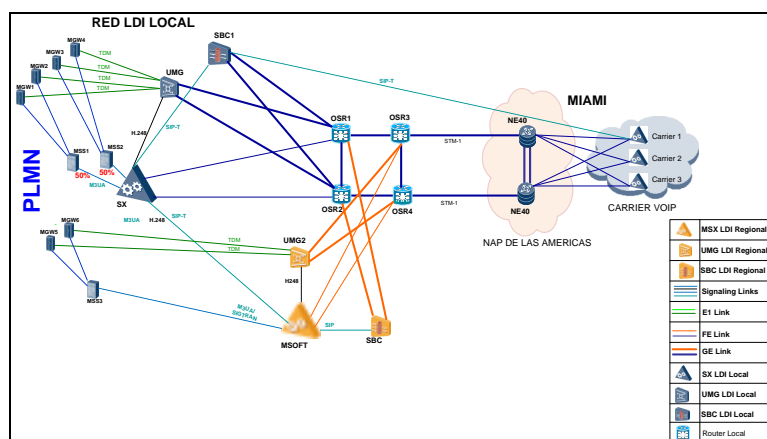


Figura 1.4 Integración de los NE a la red Local

1.3.2 Integración al Backbone Regional

A nivel regional los elementos de red se integran con plataformas IMS tales como:

CSCF: Este equipo es el corazón de la red IMS y está encargado del control de la sesión SIP, establecimiento de llamada y tarificación.

Realiza las siguientes funciones:

- Autenticación de red
- Control de sesión SIP
- Gestión de movilidad en roaming
- Control de QoS en el plano de datos
- Control de medios

IM-MGW: En un ambiente IMS, esta función está realizada por el UMG. En el UMG se realiza la conmutación de voz de la red nacional a la red internacional del operador en un esquema de red LDI, y transforma o sirve de gateway o pasarela desde un ambiente TDM a un ambiente IP para conectar hacia la red IMS redes PSTN o PLMN mediante TDM.

MGCF: En un ambiente IMS, la funcionalidad de MGCF está realizada por el equipo MSOFT, el cual permite que el core CS del operador móvil

pueda interactuar con la red IMS transformando los protocolos de señalización del core CS a SIP. Además es el controlador del IM-MGW.

En base a los elementos a integrar y a la distribución geográfica de los países se estableció una arquitectura regional para la integración con la red IMS tal como se aprecia en la figura 1.5.

Siendo así que Ecuador se lo ubicó en la región uno para la integración con el MGCF de Colombia y su par redundante el MGCF Guatemala.

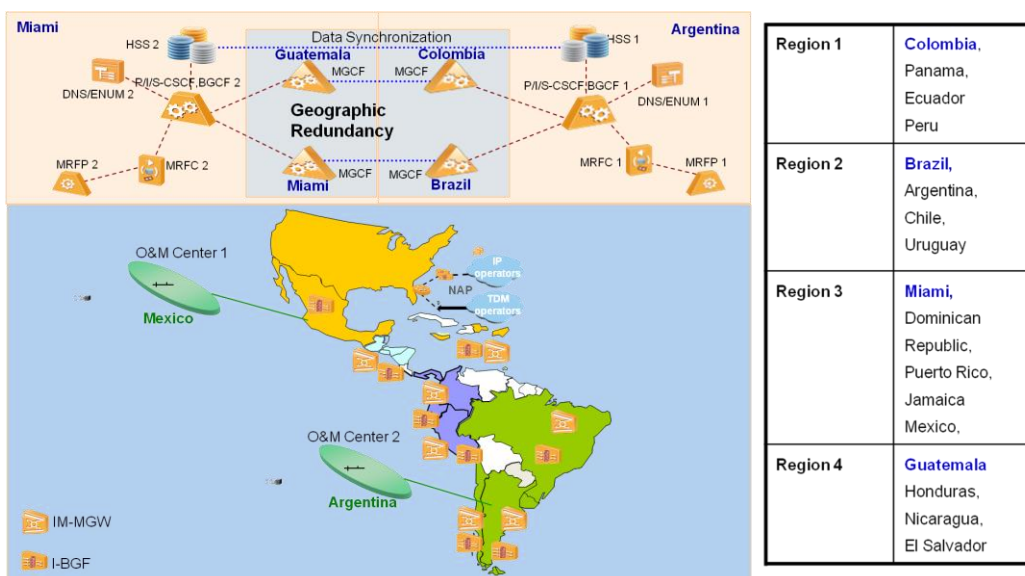


Figura 1.5: Arquitectura Regional

De la misma manera que para la integración de los elementos de red con el backbone local, a nivel regional también tenemos que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Planeamiento Ip de los elementos a agregar.

- Integración al backbone Ip Regional.
- Definición e integración con los elementos de red con los que interactuara.

A nivel de recursos Ip solo el SBC requiere un planeamiento IP regional dado que este elemento es la frontera entre la red local (previamente integrada) y la red regional. Una vez establecida la conectividad del SBC y los elementos de la red regional se establecen rutas en el SBC para que el MSOFT y el UMG alcancen a sus pares de la red IMS. La topología resultante posterior a la integración regional se aprecia en la figura 1.6.

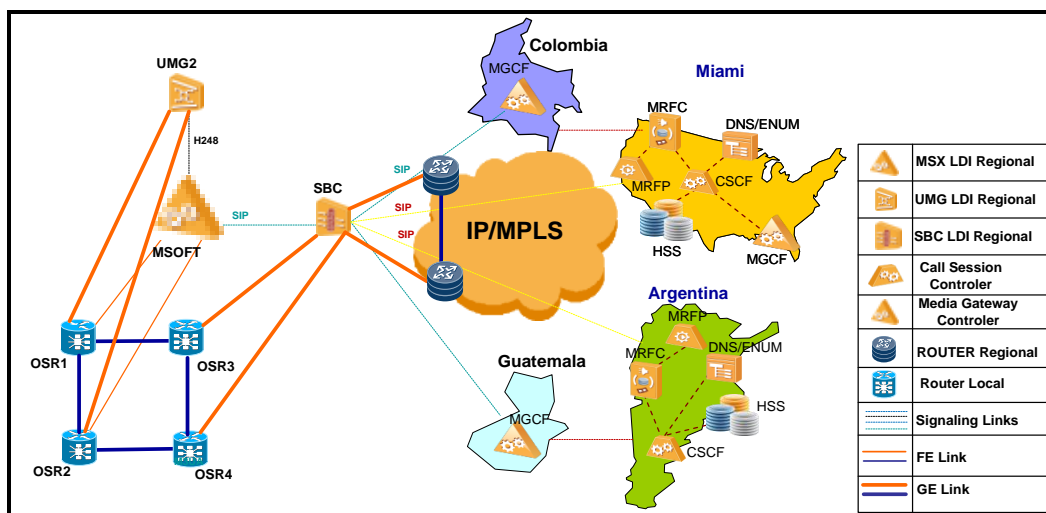


Figura 1.6 Integración de los NE a Red Regional

1.4 Migración del tráfico

Posterior a la integración del operador celular a la red regional tal como se observa en la gráfica 1.7, tenemos una red híbrida de larga distancia, NGN LDI por un lado e IMS LDI por el otro. Inicialmente todo el tráfico internacional cursa a través de la red LDI propia del operador y para realizar la migración tenemos que seguir el siguiente proceso:

- Pruebas de Bitácora y validación de CDRs
- Apertura de tráfico por hora para validación de CDRs y medición de estadísticas
- Apertura del tráfico comercial progresivamente.

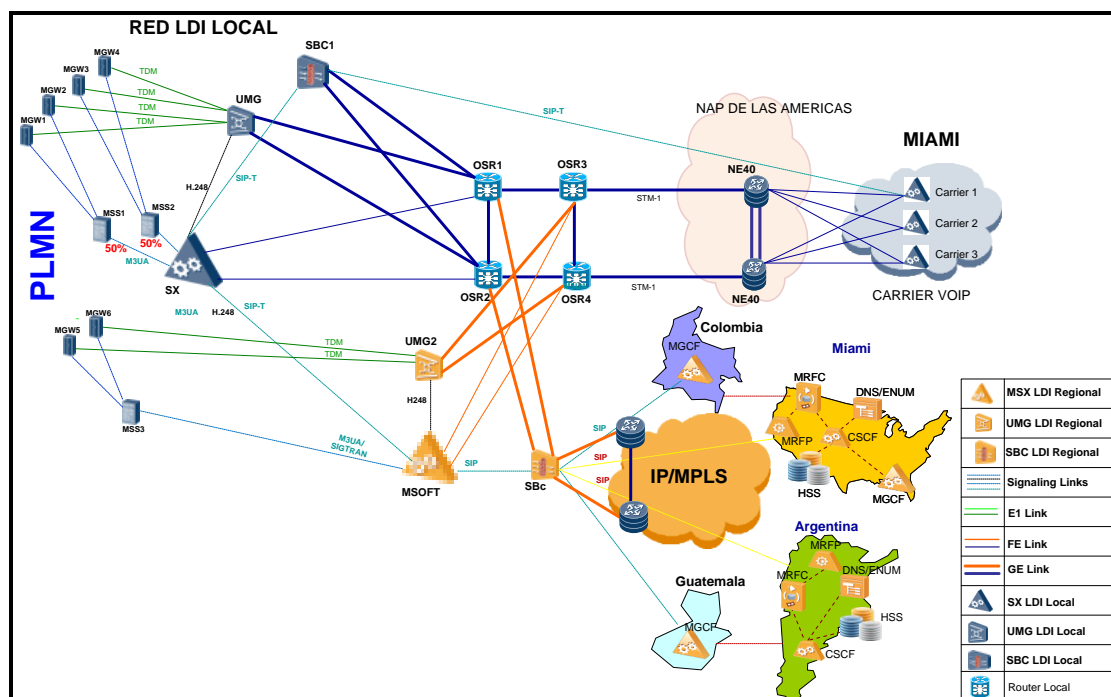


Figura 1.7 Integración de la red local con la Red Regional

1.4.1 Pruebas de Bitácora

Se denomina pruebas de bitácora a la ejecución de llamadas basadas en una matriz de llamadas tal como se aprecia en la tabla 4. Para llevar a cabo dichas pruebas en la PLMN del operador local se debe enrutar el número de A (caller number) para que la llamada sea enviada a través de la conexión con el MSOFT y este a su vez envíe la llamada a la red IMS.

Tabla 4: Matriz de llamada

Operador	Fijos	Móviles	DTMF	FAX
Peru	5117250014	51997101262	5116131000 anexo 2428	5116102494
	5116102428	51993506694		
Colombia	57 12183934	57 3103011013	5716169797 anexo 2417	
	57 16169797	57 3216481851		
Ecuador	N/A	593980227467	N/A	N/A
		593999428292		
Guatemala	502 24206018	502 58261143	502 23699950 pin 2222	
	502 22056295			
Argentina	542214109410	5491160156557		541141098888 opcion 1
	541140009000	5492215866662		
Brasil	55 11 2121 2571	55 11 99259 6315	55 11 2121 2571	55 11 2121 2251
	55 11 2121 2757	55 11 99221 2192	55 11 2121 2757	N/A
Chile	56322769904			
	56-32-2769904	56-9-98029066	56-2-5825222	56-2-25825220
Mexico	525552235188	5215554555054	525556389104	551121212251

Durante la prueba de bitácora se lleva un registro, ver tabla 5, de esta manera se tiene un control de validez de las pruebas realizadas.

Posterior a la culminación de las pruebas de bitácora, se procede con la validación de CDRs, para esto nos basamos en los registros de las llamadas realizadas, el propósito de esta validación es verificar la

correcta generación del formato y contenido de los CDRs, ya que estos son la base de la facturación de las llamadas generadas.

Tabla 5: Validación de bitácora de llamadas

PRUEBA	RESULTADO	COMENTARIOS
Fijo - Fijo	N/A	
Fijo - Movil	OK	
Movil - Movil	OK	
Pruebas de tonos DTMF	OK	
Llamada terminada por numero A	OK	
Llamada terminada por numero B	OK	
Llamada a numero fuera de Servicio	OK	
Llamada a número que No existe	OK	

Respecto a la comprobación de CDR (Charging data record) existen 2 criterios de validación en base los formatos soportados por el MSOFT:

- Formato ASN.1: Abstract Syntax Notation One
- Formato binario.

Para este proyecto se utilizó el formato ASN.1 por su adaptabilidad a las versiones de los servidores de tasación (IGWB). El formato ASN.1: Abstract Syntax Notation One. ASN.1 puede utilizarse para describir estructuras de datos complejas claramente. Por lo tanto, se usa ampliamente como el estándar para la sintaxis de protocolo en la capa de aplicación. La interfaz de CDR en formato ASN.1 se recomienda tanto por Huawei y 3GPP.

1.4.2 Apertura de tráfico controlado por hora

Previo a la apertura de tráfico comercial hacia un destino se realiza un preapertura de tráfico por una par de horas, este proceso se lo realiza del lado de la PLMN enrutando el prefijo asociado al destino a migrar a través de la red regional IMS tal como se observa en la figura 1.8, el propósito de esta apertura es tomar valores referenciales del comportamiento de la red, tales como Tasa de Completación de llamadas, Tasa de llamadas Contestadas (ASR), para determinar la fiabilidad de la nueva red que cursara el tráfico internacional.

En este paso también se incluye la validación de CDRs de un par de llamadas registradas para verificar la correcta generación de los mismos.

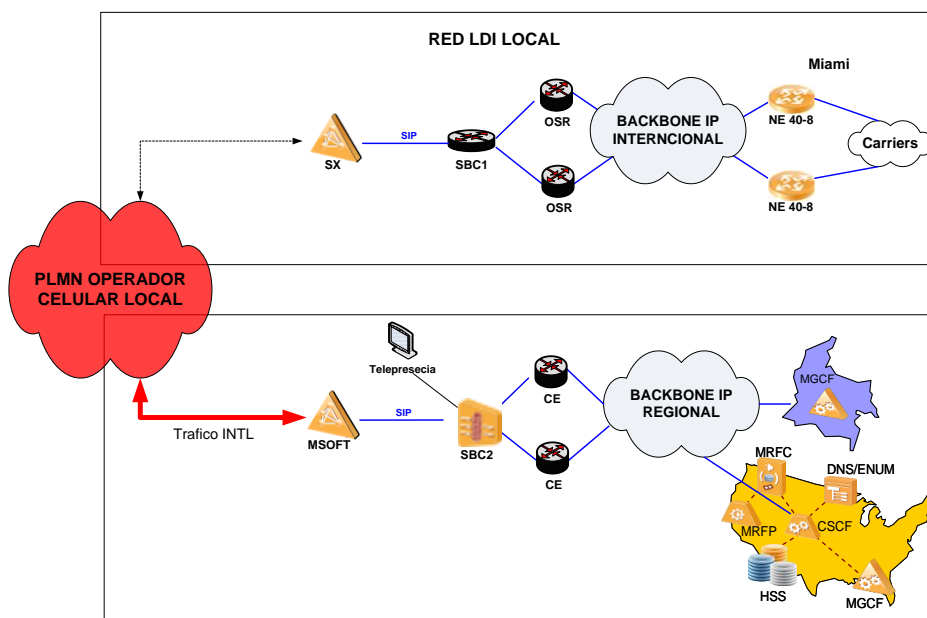


Figura 1.8 Desvío de tráfico Internacional

1.4.3 Apertura del tráfico Internacional

Para completar el proceso de migración de tráfico internacional se realiza un apertura progresiva de tráfico internacional hacia al core regional IMS. Esta apertura paulatina del tráfico internacional se la controla a nivel de la PLMN estableciendo porcentajes en el enrutamiento de llamadas en base al prefijo abierto el árbol de la MSS.

CAPÍTULO 2

2. RESULTADOS OBTENIDOS

Como resultado de la integración y migración del tráfico internacional a la red regional IMS tenemos una red completamente basada en IP tal como se observa en la figura 2.1, con esta consecución del proyecto se satisfacen los requerimientos iniciales del operador celular, tales como:

- Integración a una arquitectura IMS
- Fácil introducción de servicios y aplicaciones de valor agregado
- Redundancia Geográfica: IMS core (CSCF, HSS, DNS, MGCF)
- Soporte de Protocolos de comunicación y codecs
- Reducción de costos de operación

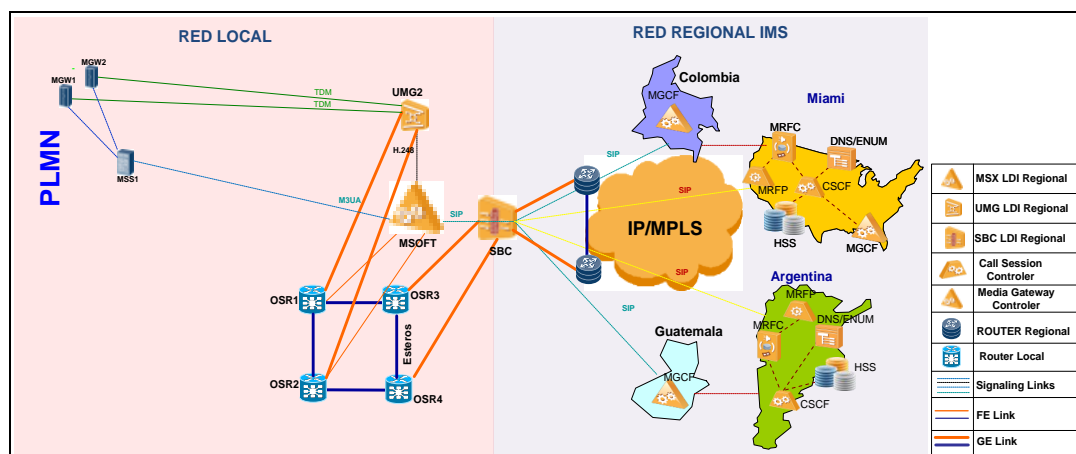


Figura 2.1: Topología final del operador celular

Posterior a una migración de una red voz es necesario medir el desempeño de la nueva red para validar la correcta operación de la misma.

2.1 Medición del desempeño de la red regional IMS

2.1.1 Tráfico generado en la red regional IMS

Un factor importante de medición en una red de tráfico de voz es el tráfico generado el cual mide la ocupación de una oficina en función de erlangs, tal como se aprecia en la figura 2.2.

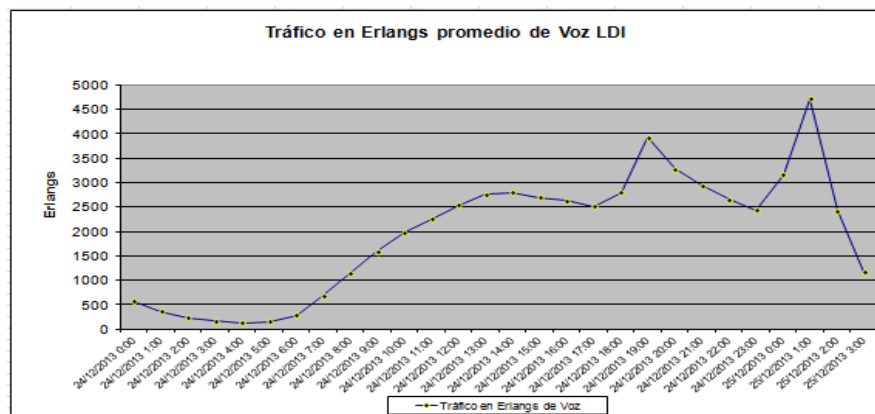


Figura 2.2: Tráfico en Erlangs

Tabla 6: Registro de tráfico generado

Dia/Hora	Tráfico en Erlangs de Voz	TRANSFER CALL TIMES
24/12/2013 0:00	560	16029
24/12/2013 1:00	355	10647
24/12/2013 2:00	235	6867
24/12/2013 3:00	159	5537
24/12/2013 4:00	130	4329
24/12/2013 5:00	149	4843
24/12/2013 6:00	276	7919
24/12/2013 7:00	683	18995
24/12/2013 8:00	1145	30574
24/12/2013 9:00	1588	43336
24/12/2013 10:00	1981	56434
24/12/2013 11:00	2247	66326
24/12/2013 12:00	2540	74491
24/12/2013 13:00	2763	80611
24/12/2013 14:00	2797	80299
24/12/2013 15:00	2698	78697
24/12/2013 16:00	2624	76166
24/12/2013 17:00	2508	76603
24/12/2013 18:00	2796	102504
24/12/2013 19:00	3925	192748
24/12/2013 20:00	3274	121125
24/12/2013 21:00	2937	105940
24/12/2013 22:00	2655	97452
24/12/2013 23:00	2441	94267
25/12/2013 0:00	3163	147679
25/12/2013 1:00	4714	487427
25/12/2013 2:00	2418	94394
25/12/2013 3:00	1158	44539

Para tener la referencia del tráfico registrado en la red del operador celular tomamos los registros de un día de gran requerimiento de llamadas internacionales, referirse a la valores fueron tomados de la tabla 6.

En base a la información del tráfico generado también podemos determinar el BHCA registrado en la red.

Este valor lo obtenemos en relación al mayor tráfico registrado en horas pico, ver ecuación 2.1

Dónde: Tráfico = tráfico total, BCHA = intentos de llamada en hora pico, Ht = tiempo promedio de duración de llamada (180seg).

$$BHCA = \frac{\text{Tráfico} \times 3600}{Ht} \quad (2.1)$$

Siendo así que el máximo intento de llamadas en horas pico fue de 94280 intentos, tal como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7: BHCA Registrado

Trafico=	4714	Erl
Ht=	180	seg
TOTAL BHCA=	94280	

2.1.2 Tasa de llamadas Contestadas

La tasa de contestación de llamadas o ASR mide el porcentaje de éxito de las llamadas que fueron contestadas por el destino versus el numero de intentos totales por establecer una llamada.

En la gráfica 2.3 se aprecia que el ASR de la red esta próximo al 50% lo cual es un valor nominal para una red de servicios de voz.

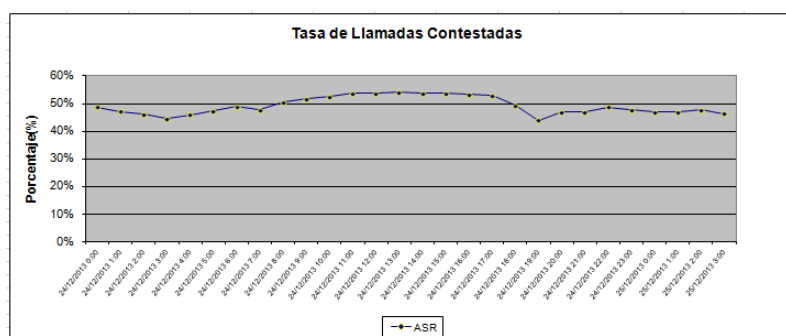


Figura 2.3: Tasa de llamadas Contestadas ASR

Los valores referenciales para obtener el dato del ASR fueron obtenidos durante un día de gran requerimiento de llamadas internacionales, referirse a la tabla 8.

Tabla 8: Registro de tráfico generado

Dia/Hora	Intentos de llamadas	Llamadas Contestadas	ASR
24/12/2013 0:00	15900	7743	48,70%
24/12/2013 1:00	10596	5002	47,21%
24/12/2013 2:00	6855	3169	46,23%
24/12/2013 3:00	5363	2386	44,49%
24/12/2013 4:00	4328	1991	46,00%
24/12/2013 5:00	4826	2282	47,29%
24/12/2013 6:00	7911	3880	49,05%
24/12/2013 7:00	18958	9072	47,85%
24/12/2013 8:00	30277	15334	50,65%
24/12/2013 9:00	42755	22104	51,70%
24/12/2013 10:00	55780	29325	52,57%
24/12/2013 11:00	65525	35258	53,81%
24/12/2013 12:00	73491	39443	53,67%
24/12/2013 13:00	79810	43181	54,10%
24/12/2013 14:00	79557	42841	53,85%
24/12/2013 15:00	77916	41816	53,67%
24/12/2013 16:00	75551	40302	53,34%
24/12/2013 17:00	75976	40154	52,85%
24/12/2013 18:00	101502	50017	49,28%
24/12/2013 19:00	164846	72447	43,95%
24/12/2013 20:00	120028	56485	47,06%
24/12/2013 21:00	104674	49224	47,03%
24/12/2013 22:00	95853	46685	48,70%
24/12/2013 23:00	92963	44506	47,87%
25/12/2013 0:00	144152	67611	46,90%
25/12/2013 1:00	201405	94646	46,99%
25/12/2013 2:00	93349	44701	47,89%
25/12/2013 3:00	44015	20393	46,33%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La migración del tráfico internacional del operador celular de su red local a la red regional IMS fue realizada exitosamente dado que el proyecto fue llevado acorde al plan establecido para la implementación de los servicios requeridos.
2. Con la migración del tráfico internacional del operador celular, se cumplió la integración a una red IMS, la cual está basada en una red 100% IP.
3. Con la integración a la red regional IMS se establecieron las facilidades para la introducción de servicios en la red CS del operador celular, así como la integración de servicios de datos de una red PS.
4. Se estableció una red redundante IMS entre los elementos del core MGCF, MGW, SBC, lo cual es fundamental para una red de tráfico de voz internacional.
5. Posterior a las pruebas de tarifación, se valida la reducción de costos de operación entre las operadoras celulares de la región, esto debido a que ya no

se necesita la contratación de carriers internacionales para el tráfico internacional de voz.

Recomendaciones

1. La migración del tráfico internacional celular a una red regional IMS, abre las puertas a la operadora celular para una migración de la red local CS a una red IMS para disponer de las facilidades que se goza a nivel regional, tales como voz sobre LTE, Telepresencia y un sin número de servicios de valor agregado que se pueden brindar bajo un backbone IP.
2. En el mercado de las telecomunicaciones es importante tener una correcta valoración de los servicios que se ofrece y la infraestructura utilizada para ello, puesto de esta manera será más fácil optar por una optimización de servicios o a su vez realizar un plan de expansión o migración de las plataformas que se utilizan para la prestación de los servicios.
3. Un punto clave para todo proyecto de telecomunicaciones es la correcta planificación que se debe llevar previo a la implementación o despliegue de nuevas tecnologías y/o servicios, dicha planificación debe comprender el alcance integral del proyecto para conocer que mejoras se tendrán, tiempos de ejecución del proyecto para poder dar un apropiado seguimiento del mismo y el análisis técnico/comercial para validar que los servicios a implementar solucionaran problemas de servicios existentes o prestaran nuevos servicios lo cual mejorara la rentabilidad de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Elendil Soluciones, Redes de Próxima Generación NGN, <https://elendill.wordpress.com/2013/01/18/redes-de-proxima-generacion-ngn>, fecha de consulta febrero 2015.

[2] Chulde Fuentes Daniel, Pillajo Jorge, DISEÑO DE UNA RED NGN PARA LA EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL VALLE DE LOS CHILLOS, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/130/1/T-ESPE-%20020227.pdf>, fecha de consulta febrero 2015.

[3] Lee Dryburgh, Jeff Hewett, Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services Cisco Press, 2004.

[4] ZNATY Simón, DAUPHIN Jean-Louis, GELDWERTH Roland, IP Multimedia Subsystem: Principios y Arquitectura, http://www.efort.com/media_pdf/IMS_ESP.pdf, fecha de consulta febrero 2015.