

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE PORTABILIDAD NUMÉRICA EN UNA RED
GSM**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:
ALAN FREDDY INGA CASTILLO**

**PROMOCIÓN
2006-II**

**LIMA-PERÚ
2010**

IMPLEMENTACIÓN DE PORTABILIDAD NUMÉRICA EN UNA RED GSM

A mis padres por todo el apoyo brindado,
por su amor y protección

A mi hermano, por siempre recibir su aliento

Y a mis amigos
porque gracias a ellos tengo algo que aprender todos los días

SUMARIO

Las comunicaciones móviles se han convertido en una de las formas de más uso que las personas realizan para comunicarse. Al comienzo de la era celular acceder a este servicio tenía un alto costo pero por la competencia y las medidas regulatorias por el ente regulador se han hecho más accesibles con el paso del tiempo.

Ante el incremento de usuarios las series de numeración que las operadoras tienen asignadas estaban agotando es por eso que el ente normativo estableció medidas regulatorias para atender la necesidad tanto de los usuarios como de los operadores. Entre las medidas tomadas el ente regulador estableció que se debía agregar un número en los números de cada usuario (Re numeración).

Los operadores móviles realizaron procesos internos para poder cumplir las medidas del ente regulador, es importante resaltar que estas medidas no afectaron al diseño de la red de comunicación móvil.

Hace poco el ente normativo estableció que todos los operadores de comunicaciones móviles implementen la "Portabilidad Numérica" en sus redes como una forma de dar más de promover la competencia en el mercado y dar nuevas facilidades y ventajas a los usuarios. Es importante señalar que esta implementación si afecta al diseño de la red móvil (en la señalización de la llamada) y por tanto requiere una solución de ingeniería.

En el presente trabajo se explicaran lo que es "Portabilidad Numérica", los problemas que esto representa en una red móvil convencional y la solución que se ha implementado en una red Móvil GSM para cumplir lo establecido por el ente normativo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Resumen	3
1.2 Motivación de la Implementación de la Portabilidad Numérica	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación	4
1.5 Impacto en la Red GSM al Implementar Portabilidad Numérica	5
1.6 Estructura del Informe	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Portabilidad Numérica.	7
2.1.1 Definición	7
2.1.2 Tipos de Portabilidad	7
2.1.3 Alcance	8
2.1.4 Pautas en la Implementación	8
2.1.5 Técnicas de Implementación	9
2.1.6 Ventajas y Desventajas de las Técnicas de Implementación	13
2.2. GSM	14
2.2.1 Arquitectura de la red GSM	14
2.2.3 Subsistema de red y conmutación o NSS	15
2.3 Señalización SS7	17
2.3.1 Estructura de la red de señalización SS7	18
2.3.2 Terminología usada al hablar del Sistema de Señalización No 7	19
2.3.3 Punto de Transferencia de Señalización (STP)	20
2.3.4 Enlaces de la Red de Señalización SS7	21
2.3.5 Nodos de la Señalización SS7	22
2.3.6 La red inalámbrica (Telefonía Móvil) y la red SS7	23
2.3.7 Modelo de Referencia SS7 y Planeamiento de la Red de Señalización	24
2.3.8 Funciones de Transferencia de Mensajes de Señalización	25
2.3.9 Nivel ISUP	30

2.3.10 Nivel MAP	32
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN	34
3.1 Arquitectura de la Red GSM a implementar la Portabilidad Numérica	34
3.2 Técnica de Implementación de Portabilidad Numérica	35
3.2.1 Ventajas del uso de la Base de Datos Centralizada	36
3.3 Aprovisionamiento de un usuario en Portabilidad Numérica	37
3.4 Encaminamiento de Llamadas en la red GSM antes de la Implementación	38
3.5 Análisis y Solución del Encaminamiento de Llamadas	40
3.5.1 Solución al Encaminamiento de Llamadas	40
3.5.2 Routing Number	41
3.5.3 Flujos de Llamadas después de la Implementación de Portabilidad Numérica	43
CAPÍTULO IV	
IMPLEMENTACIÓN DE LA PORTABILIDAD NUMÉRICA	46
4.1 Plan de Implementación del Ente Normativo	46
4.2 Plan de Implementación de la Portabilidad Numérica en la red GSM	47
4.2.1 Fase Previa	48
4.2.2 Análisis y Elección de la Solución	48
4.2.3 Adecuación e implementación de la Solución	48
4.2.4 Pruebas Internas	51
4.2.5 Pruebas Externas	51
4.2.6 Plan de información al público	53
4.2.7 Puesta en servicio de la Portabilidad Numérica	53
4.3 Costos asociados a la Implementación	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
ANEXO A	
GLOSARIO DE TÉRMINOS	58
BIBLIOGRAFÍA	61

INTRODUCCIÓN

El motivo del presente trabajo es mostrar la implementación de la Portabilidad Numérica realizada en una red GSM.

La Portabilidad Numérica es un servicio que en el mundo se está implementando para promover la competencia entre los operadores de telefonía, dando mejores promociones y tarifas a los usuarios y como un medio para impedir posibles monopolios de algún operador de telefonía. La Portabilidad Numérica en las redes de telecomunicaciones es considerada un factor esencial que contribuye al desarrollo de la competencia de los servicios de telecomunicaciones en la medida que elimina una barrera a la entrada de nuevos operadores y permite la utilización eficiente de la numeración.

El servicio de Portabilidad Numérica consiste en que un usuario de un operador de telefonía pueda conservar su número cuando cambie de operador; realizar la Portabilidad Numérica requiere que los operadores puedan resolver una serie de desafíos técnicos.

El ente normativo ha establecido que, en un primer paso los operadores móviles implementen la Portabilidad Numérica, teniendo en cuenta las experiencias en otros países y que uno de los motivos principales por la que un usuario no cambia de operador es para no perder su número de abonado.

El ente normativo ha realizado reuniones con todos los operadores móviles para poder realizar la implementación, en estas reuniones se ha establecido una comunicación directa entre todos los operadores móviles para que uno muestre su punto de vista y puedan coordinar los plazos para realizar esta implementación.

En este documento se explicará los problemas y desafíos técnicos que implica realizar esta implementación, entre los principales motivos tenemos: la elección de la técnica de la implementación de la Portabilidad Numérica y el desafío que implica realizar el encaminamiento de llamadas al no poder utilizar la central de conmutación la serie de número o tratamiento de dígitos.

En este documento se encuentra dividido en cuatro capítulos principales. El primero de ellos es el planteamiento del problema, donde se hace una introducción a la Portabilidad Numérica y se presenta los desafíos que implican la implementación, los objetivos del presente informe de suficiencia y la justificación por la cual se debe implementar la Portabilidad Numérica.

En la segunda parte se desarrolla los conceptos teóricos necesarios, este capítulo se ha dividido en tres partes donde se desarrolla los conceptos teóricos de:

- Portabilidad Numérica
- Red GSM
- Sistema de Señalización SS7

En la tercera parte se desarrolla un análisis técnico de la implementación a los desafíos que implica la implementación y muestra su respectiva solución.

En el cuarto capítulo se describe la implementación, mostrando las fases y los tiempos realizados Finalmente se realizan las conclusiones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

En este capítulo se hace una introducción a la Portabilidad Numérica, se explica el motivo de realizar la implementación, se plantea los objetivos, se indica la justificación y se señala los impactos convencionales de implementarlo en una red GSM.

1.1.- Resumen

Implementar portabilidad numérica significa que un usuario de un operador móvil podrá cambiar de operador conservando su número (MSISDN). Antes de implementar la portabilidad numérica el enrutamiento de una llamada se basaba en la serie del número del abonado; los operadores móviles entregan los números del abonado de acuerdo al rango de serie que el ente regulador les asignaba. El problema de implementar portabilidad numérica en una red GSM es que al encaminar una llamada hacia otro operador móvil (inclusive para una llamada dentro de la misma red) ya no se podrá utilizar los rangos de series pues no se tiene certeza si el abonado sigue estando en ese operador móvil o si ha migrado hacia otro operador. El propósito de este informe es presentar la forma en que se implemento la portabilidad numérica en una red GSM y en la forma en que se soluciono el problema de encaminar las llamadas hacia el operador correcto. Debemos tener en cuenta que por diseño, una red GSM no está preparada para realizar la portabilidad numérica por lo que la solución dada ha recurrido una revisión de los conceptos del sistema de señalización SS7. En este informe veremos los conceptos que portabilidad ha introducido y la solución de encaminamiento que se dará a nivel SS7 y veremos los nuevos de flujos de llamadas que por portabilidad se ha establecido.

1.2 Motivación de la Implementación de la Portabilidad Numérica

El ente normativo mediante Resolución Ministerial No. 418-2002-MTC/15.03, establece que todos los operadores móviles deben implementar el servicio de Portabilidad Numérica en sus redes, en nuestro caso en la red GSM.

1.3 Objetivos

- Encontrar y solucionar los problemas que se asocia al implementar Portabilidad Numérica en una Red GSM
- Explicar la Técnica de Implementación para la implementación de Portabilidad Numérica elegida por el ente regulador

- Explicar el proceso de implementación de la Portabilidad Numérica en la Red GSM en estudio.

1.4 Justificación

El ente normativo dispone que se implemente la Portabilidad Numérica para poder otorgar los siguientes beneficios:

- Que el usuario deje de considerar cualquier elemento distinto a calidad, condiciones tarifarias y cobertura en su análisis para contratar un servicio de telecomunicaciones.
- Que el suscriptor o usuario, deje de considerar costos en que incurre al tener que informar a sus familiares, amigos o clientes de su nuevo número telefónico.
- Que el mercado potencial de un nuevo prestador de servicios de telecomunicaciones entrante no se encuentre limitado a aquellos usuarios que van a contratar por primera vez el número telefónico.
- Que se fomente una competencia más equitativa entre los proveedores de servicios de telecomunicaciones, lo que a su vez se traduce en mejores tarifas, impulso a la diversidad de servicios

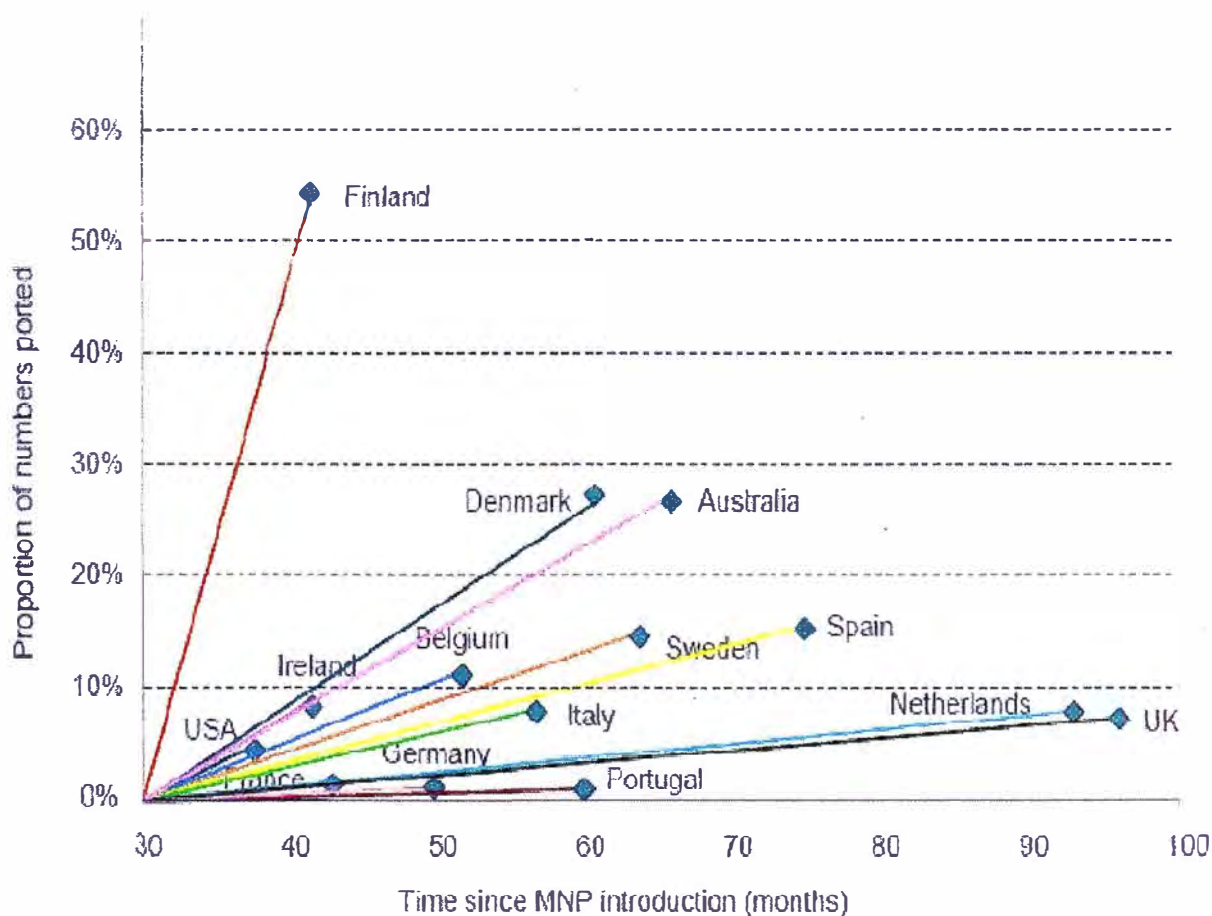


Fig. 1.1 Evolución del uso de la portabilidad numérica en el mundo (fuente Telefónica del Perú)

En esta grafica se observa la evolución de los usuarios portados en el tiempo en los países donde se ha implementado la Portabilidad Numérica.

Está claro que implementar Portabilidad Numérica con lleva varios beneficios es por ello la decisión del ente regulador en implementarlo.

1.5 Impacto en la Red GSM por la Implementación de Portabilidad Numérica

Las redes de las empresas operadoras tendrán impactos al implementar la Portabilidad Numérica en cuanto a operación, administración y mantenimiento.

- Tablas de análisis de dígitos para analizar la enrutamientos en las centrales.
- Definiciones de activación de red inteligente (IN) y aplicación de la activación, 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.
- Controles del grupo de enlaces para controlar la señalización.
- Controles del grupo de enlaces para usar la señalización específica de la red.
- Flujo de los procesos entre las empresas operadoras para la portabilidad numérica.

Para una red GSM los principales servicios que se presentarán problemas al implementar Portabilidad Numérica son:

- Servicio de Telefonía
- Facturación del servicio
- Aprovisionamiento de los usuarios en Portabilidad Numérica.

1.6 Estructura del Informe

El presente documento esta dividido en 5 capitulo, en la primera parte del documento nos da una introducción a la Portabilidad Numérica y el porqué se debe implementarse. En el capítulo II, esta la información de los temas que se necesita para entender la implementación, entre estos temas están la definición de Portabilidad Numérica, La red GSM y el sistema de señalización. Es importante mencionar, que estos conceptos son de importancia para el desarrollo del presente documento.

En la tercera parte se hace un análisis de la implementación donde se indica la forma en que se soluciona los problemas que presenta esta implementación.

En la cuarta parte encontraremos la implementación y las fases en la cual se implementó. Finalmente en el capítulo V, se encuentran las conclusiones de este documento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo se expone los principales conceptos teóricos necesarios para desarrollar el presente documento: Conceptos y técnica de Portabilidad Numérica, GSM y el sistema de señalización SS7.

2.1 Portabilidad Numérica

La portabilidad es un servicio que el ente normativo ha dispuesto que los operadores lo implementen en sus redes, Entre las obligaciones que los operadores deben respetar están los siguientes puntos:

1. Facilitar Portabilidad a sus abonados que lo soliciten.
2. Informar a abonados sobre proceso para Portabilidad.
3. Disponibilidad de formatos de solicitud.
4. Inicio de Proceso de Portabilidad a solicitud expresa del abonado.
5. Abstenerse de limitar contractualmente o de cualquiera otra forma derecho de Portabilidad.
6. Durante proceso de Portabilidad, Prestador Donante no podrá realizar ninguna práctica de retención del abonado que solicita portabilidad.

2.1.1 Definición

El servicio de Portabilidad Numérica proporciona a los suscriptores móviles la capacidad de retener los números MSISDN existentes cuando cambia de red de suscripción de una a otra. La red de nueva suscripción se hará cargo de estos abonados, y son capaces de tener acceso a los mismos servicios complementarios y servicios de valor añadido como otros suscriptores de la nueva red, que no va a ser restringido por la red anterior. La nueva red del abonado le asignará una nueva IMSI (tarjeta SIM) a los suscriptores MNP. La red destinatario no está obligada de proporcionar algún servicio de la red donante.

2.1.2 Tipos de Portabilidad Numérica

A) Portabilidad del proveedor de Servicios:

El usuario puede conservar su número telefónico al cambiarse de proveedor de servicios dentro de una misma área local.

B) Portabilidad de servicio:

El usuario puede conservar su número telefónico cuando cambia de un tipo de servicio a otro.

C) Portabilidad geográfica:

El usuario puede conservar su número telefónico cuando cambia de ubicación, es decir a otra área local, no necesariamente se cambia de proveedor de servicio.

2.1.3 Alcance

Consideramos que de los tipos de portabilidad numérica descritos, sería conveniente que se implemente la Portabilidad del Proveedor de Servicios, denominada Portabilidad del Número Local, ya que de la experiencia internacional y del grado de desarrollo del mercado de las telecomunicaciones en nuestro país, es el tipo de portabilidad que más promueve la competencia entre las empresas operadoras de los servicios de telefonía.

Este tipo de Portabilidad ha sido implementada en países como Alemania, Canadá, España, Estados Unidos, Reino Unido, entre otros. Asimismo, sería recomendable que la Portabilidad Numérica sea implementada en las redes de los servicios de telefonía fija, con excepción de las áreas rurales o lugares de preferente interés social, dado que en dichas áreas el desarrollo de la telefonía está orientado a los teléfonos públicos. Finalmente, de considerarse conveniente podría establecerse la implementación de la Portabilidad Numérica en los servicios móviles, definidos como tales según la resolución Ministerial No. 418-2002-MTC/15.031.

2.1.4 Pautas de Implementación

El rol del Estado es velar por el desarrollo de un mercado competitivo, conforme a los principios establecidos en la normatividad de telecomunicaciones.

Es importante destacar algunos puntos particulares desde la perspectiva de los usuarios en términos de:

- Simplicidad en los procedimientos.
- Bajo costo para portar su número
- Plazos breves para ejecutar la orden de cambio.
- Intervalos razonables de espera al momento de portar.
- Verificación de razones válidas para impedir la portabilidad, o bloquearla en casos particulares.
- Números a portar por cliente / usuario.

Para que la portabilidad numérica tenga éxito, deben existir acuerdos de cooperación e interconexión entre los operadores de las redes de los servicios de telecomunicaciones.

Cualquier técnica de implementación utilizada debería asegurar lo siguiente (Referencia: Suplemento 3 de la serie Q de la UIT-T):

A) Flexibilidad de arquitectura

El conjunto de arquitecturas elegidas para soportar la portabilidad de números debería permitir otorgar a los operadores de red una flexibilidad razonable en cuanto a la manera en que la arquitectura se aplica y el uso de equipos provenientes de múltiples vendedores.

B) Transparencia

El mecanismo que proporciona la portabilidad deberá ser transparente a los clientes “portados” y “no portados”.

C) Calidad de funcionamiento

El mecanismo por el cual se suministra la portabilidad debería producir en la llamada una degradación mínima (o ninguna) de la calidad de funcionamiento, en comparación con la que se ofrece para números no portados. Esto se refiere tanto al periodo de espera después de marcar como a la transmisión.

D) Interconexión

Todos los operadores de redes que ofrezcan portabilidad dentro de la misma área geográfica deberán interconectar la llamada, ya sea directamente, o por una central de tránsito, y completarla. La elección entre interconexión directa o vía una central de tránsito es una decisión de índole comercial.

2.1.5- Técnicas de Implementación

En portabilidad Numérica se han definido dos formas de implementación para encaminar las llamadas (Ver figura 2.1)

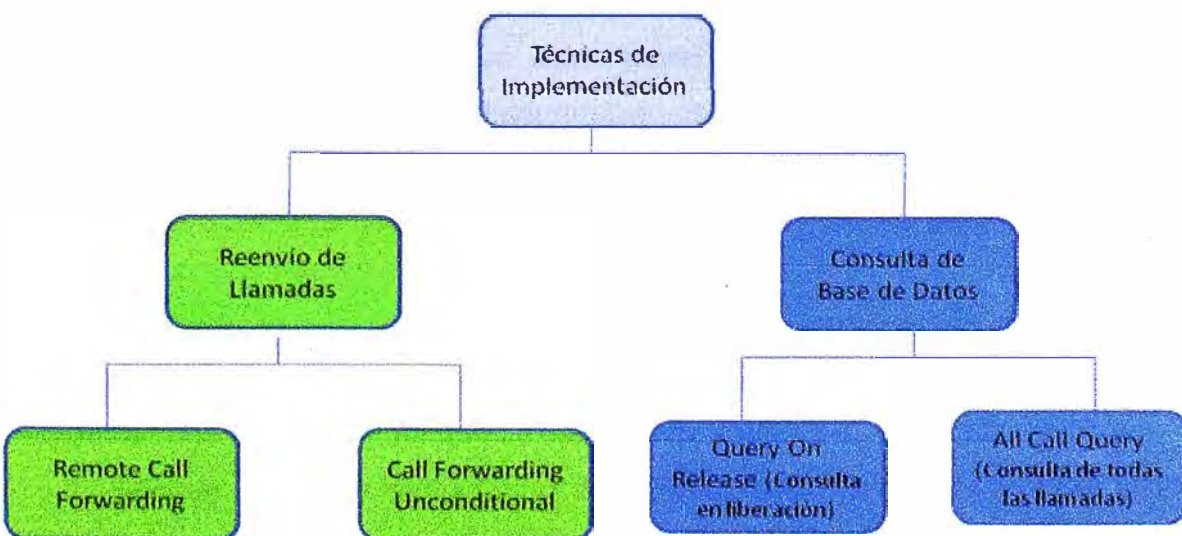


Fig. 2.1 Técnicas de implementación para Portabilidad Numérica.

De acuerdo a la forma y en el tiempo en que se requiera implementar Portabilidad Numérica, el ente normativo y los operadores de telefonía, deben escoger la técnica de implementación que más convenga.

A) 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 encamina 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

Call Forwarding Unconditional

A.1 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

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".

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.

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.

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.

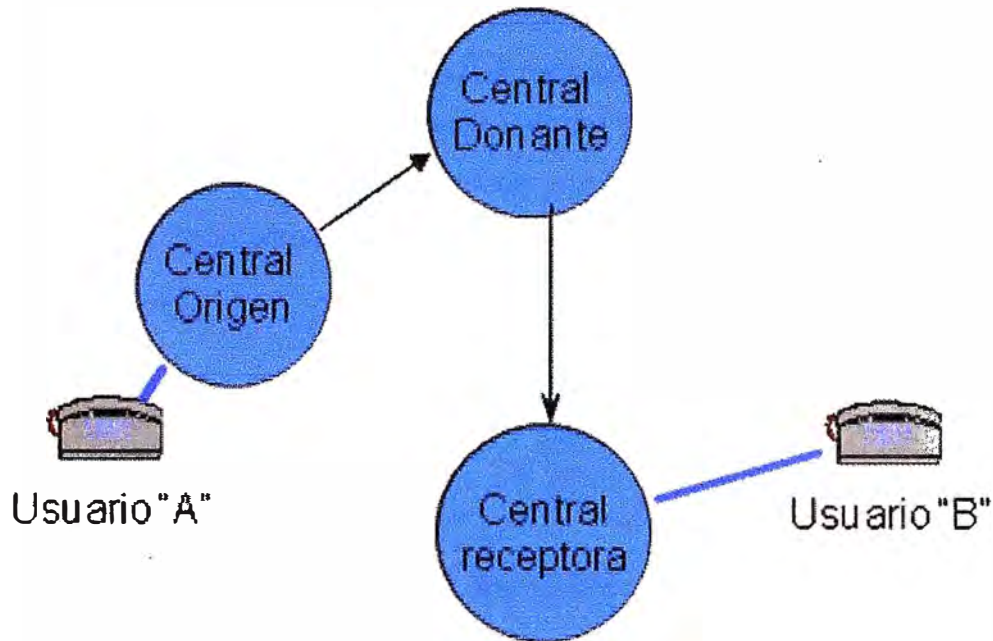


Fig. 2.2 Muestra la Técnica de reenvío de llamada

A.2 Call Forwarding Unconditional

En este caso las llamadas recibidas en la central donante reenvía la llamada sin realizar un análisis en el número llamado. Se requiere tener el número definido en la red donante. Los pasos para el enrutamiento de la llamada son:

- Red Origen intenta llamar al abonado "B" basado en el enrutamiento existente
- Central Donante desvía la llamada a la red receptora sin procesar la información recibida

B) Consulta a Base de Datos

Técnica de implementación basada en red inteligente, 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 una base de datos en la cual recogerá la información correspondiente al referido número, enviando información de encaminamiento nuevamente hacia la central origen.

Esta técnica requiere que se implementa una Base de Datos centralizada en la cual todos los operadores harán consultas de portabilidad sobre a qué red pertenece el abonado actualmente. Existen dos modalidades:

B.1 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. Se realiza en tres pasos:

1. Red Origen encamina la llamada a la red Donante, anterior proveedor de acceso
2. Central Donante rechaza la llamada y la devuelve al origen.
3. Central Origen consulta a BD, y con dicha información encamina a Central receptora.

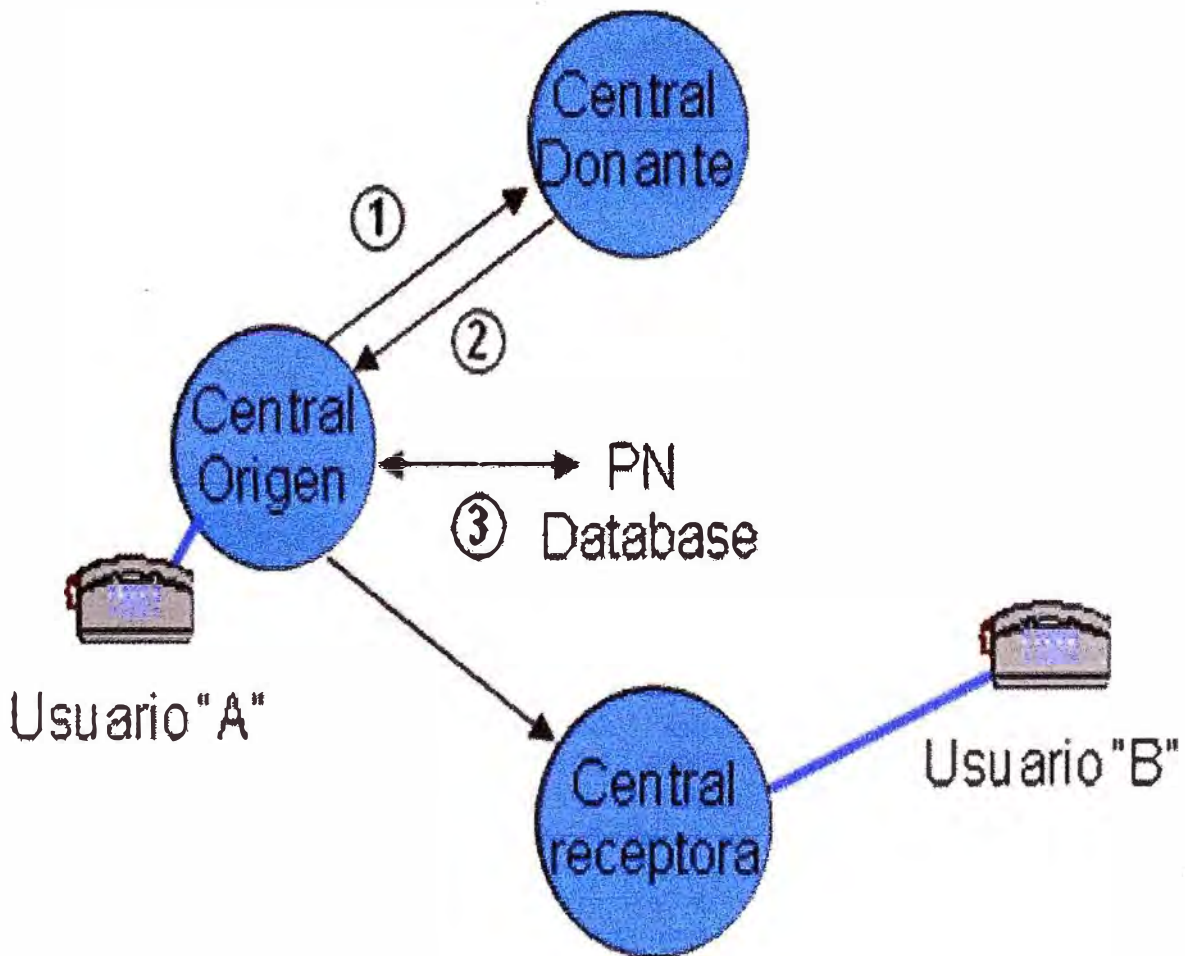


Fig. 2.3 Muestra la Técnica de consulta de Datos

B.2 All Call Query

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 encamine directamente, la llamada a la red receptora, sin que la red donante intervenga en la gestión. Se realiza en dos pasos:

1. Red Origen consulta todas la llamadas a la base de datos
2. Con dicha información encamina la llamada a la Central receptora

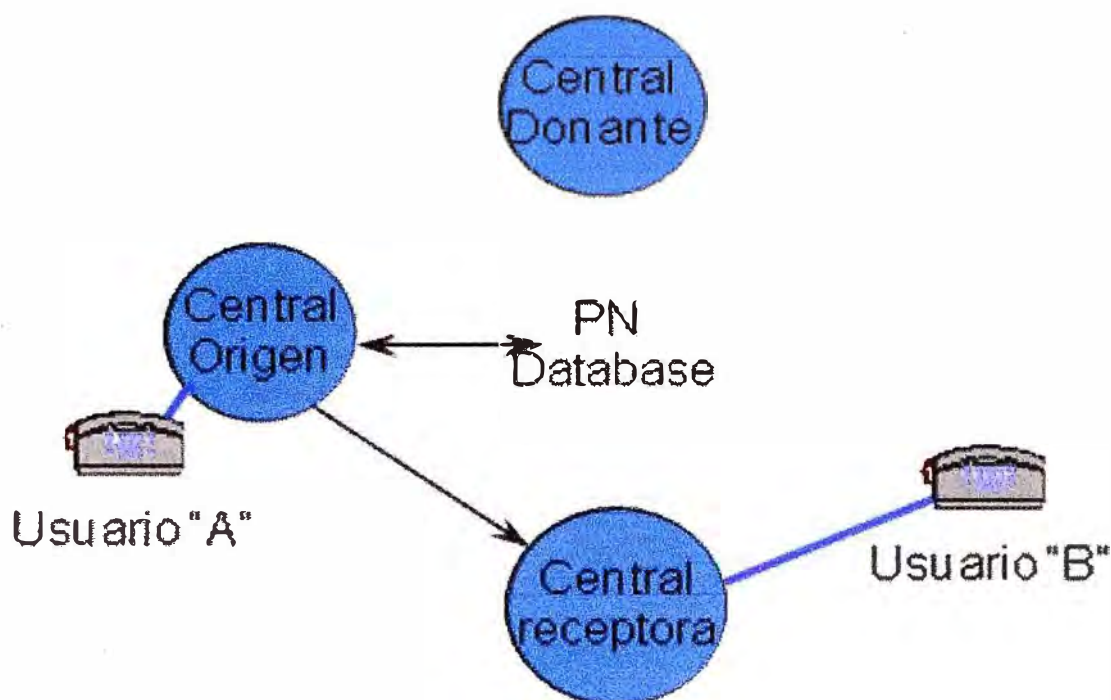


Fig 2.4 Técnica All Call Query

1.1.6 Ventajas y Desventajas de las Técnicas de Implementación de Portabilidad Numérica

En las siguientes tablas se describe las Ventajas y desventajas de las técnicas de implantación de Portabilidad Numérica:

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>

Tabla 2.1 Ventajas de la técnica de Implementación (Fuente MTC)

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"⁵.</p>	<p>Se hacen consultas para números que finalmente no serán portados.</p>

Tabla 2.2 Desventajas de la técnica de Implementación (Fuente MTC)

2.2 GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, proviene de "Groupe Special Mobile") es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

2.2.1 Arquitectura de la red GSM

Lo primero a lo que nos enfrentamos al diseñar la estructura de red para un sistema de telefonía móvil es la limitación en el rango de frecuencias disponibles. Cada "conversación" (o cada cliente de tráfico de datos) requiere un mínimo de ancho de banda para que pueda transmitirse correctamente. A cada operador en el mercado se le asigna cierto ancho de banda, en ciertas frecuencias delimitadas, que debe repartir para el envío y la recepción del tráfico a y desde los distintos usuarios (que, por una parte, reciben la señal del otro extremo, y por otra envían su parte de la "conversación"). Por tanto, no puede emplearse una sola antena para recibir la señal de todos los usuarios a la vez, ya que el ancho de banda no sería suficiente; y además, deben separarse los rangos en que emiten unos y otros usuarios para evitar interferencias entre sus envíos. A este

problema, o más bien a su solución, se le suele referir como reparto del espectro o división del acceso al canal. El sistema GSM basa su división de acceso al canal en combinar los siguientes modelos de reparto del espectro disponible. El primero es determinante a la hora de especificar la arquitectura de red, mientras que el resto se resuelve con circuitería en los terminales y antenas del operador:

- Empleo de celdas contiguas a distintas frecuencias para repartir mejor las frecuencias (SDMA, Space Division Multiple Access o acceso múltiple por división del espacio); reutilización de frecuencias en celdas no contiguas;
- División del tiempo en emisión y recepción mediante TDMA (Time Division Multiple Access, o acceso múltiple por división del tiempo);
- Separación de bandas para emisión y recepción y subdivisión en canales radioeléctricos (protocolo FDMA, Frequency Division Multiple Access o acceso múltiple por división de la frecuencia).
- Variación pseudoaleatoria de la frecuencia portadora de envío de terminal a red (FHMA, Frequency Hops Multiple Access o acceso múltiple por saltos de frecuencia).

La BSS, capa inferior de la arquitectura (terminal de usuario – BS – BSC), resuelve el problema del acceso del terminal al canal.

La siguiente capa (NSS) se encargará, por un lado, del enrutamiento (MSC) y por otro de la identificación del abonado, tarificación y control de acceso (HLR, VLR y demás bases de datos del operador). Este párrafo con tantas siglas se explica a continuación con más calma, pero sirve de resumen general de la arquitectura de red empleada.

Por otra parte, las comunicaciones que se establezcan viajarán a través de distintos sistemas. Para simplificar, se denomina canal de comunicaciones a una comunicación establecida entre un sistema y otro, independientemente del método que realmente se emplee para establecer la conexión. En GSM hay definidos una serie de canales lógicos para el tráfico de llamadas, datos, señalización y demás propósitos.

2.2.3 SUBSISTEMA DE RED Y CONMUTACIÓN O NSS

El subsistema de red y conmutación (Network and Switching System o NSS), también llamado núcleo de red (Core Network), es la capa lógica de enrutamiento de llamadas y almacenamiento de datos. Notemos que, hasta el momento, sólo teníamos una conexión entre el terminal, las estaciones base BS y su controlador BSC, y no se indicaba manera de establecer conexión entre terminales o entre usuarios de otras redes. Cada BSC se conecta al NSS, y es éste quien se encarga de tres asuntos:

- Encaminar las transmisiones al BSC en que se encuentra el usuario llamado (central de conmutación móvil o MSC)

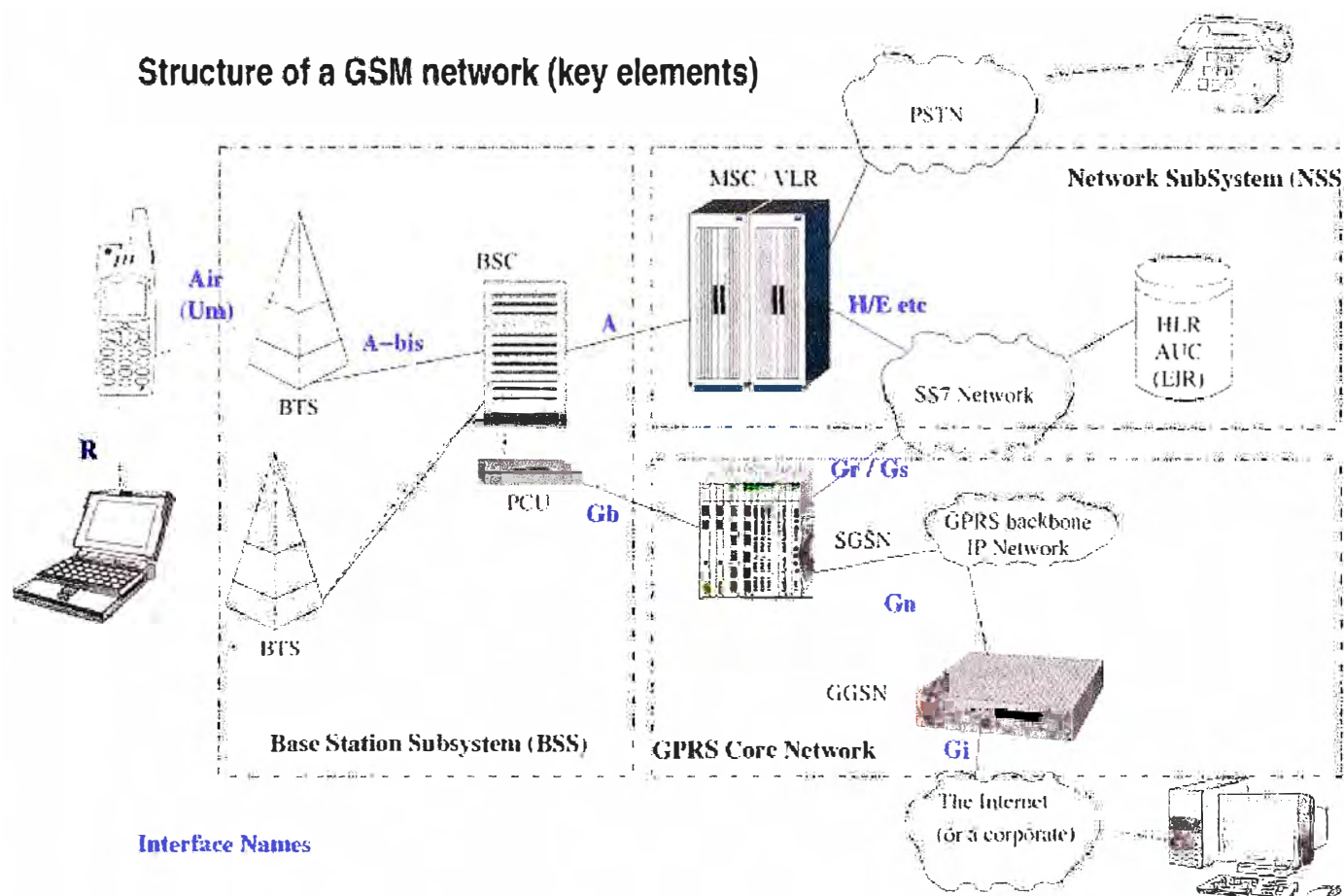


Fig. 2.5 Arquitectura de la Red GSM

- Dar interconexión con las redes de otros operadores;
- Dar conexión con el subsistema de identificación de abonado y las bases de datos del operador, que dan permisos al usuario para poder usar los servicios de la red según su tipo de abono y estado de pagos (registros de ubicación base y visitante, HLR y VLR).

A) CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL O MSC

La central de conmutación móvil o MSC (Mobile Switching Central) se encarga de iniciar, terminar y canalizar las llamadas a través del BSC y BS correspondientes al abonado llamado. Es similar a una centralita telefónica de red fija, aunque como los usuarios pueden moverse dentro de la red realiza más actualizaciones en su base de datos interna.

Cada MSC está conectado a los BSCs de su área de influencia, pero también a su VLR, y debe tener acceso a los HLRs de los distintos operadores e interconexión con las redes de telefonía de otros operadores.

B) REGISTROS DE UBICACIÓN BASE Y VISITANTE (HLR Y VLR)

El HLR (*Home Location Register*, o registro de ubicación base) es una base de datos que almacena la posición del usuario dentro de la red, si está conectado o no y las características de su abono (servicios que puede y no puede usar, tipo de terminal, etcétera). Es de carácter más bien permanente; cada número de teléfono móvil está adscrito a un HLR determinado y único, que administra su operador móvil.

Al recibir una llamada, el MSC pregunta al HLR correspondiente al número llamado si está disponible y dónde está (es decir, a qué BSC hay que pedir que le avise) y enruta la llamada o da un mensaje de error.

El VLR (*Visitor Location Register* o registro de ubicación de visitante) es una base de datos más volátil que almacena, para el área cubierta por un MSC, los identificativos, permisos, tipos de abono y localizaciones en la red de todos los usuarios activos en ese momento y en ese tramo de la red. Cuando un usuario se registra en la red, el VLR del tramo al que está conectado el usuario se pone en contacto con el HLR de origen del usuario y verifica si puede o no hacer llamadas según su tipo de abono. Esta información permanece almacenada en el VLR mientras el terminal de usuario está encendido y se refresca periódicamente para evitar fraudes (por ejemplo, si un usuario de prepago se queda sin saldo y su VLR no lo sabe, podría permitirle realizar llamadas).

Tengamos en cuenta que el sistema GSM permite acuerdos entre operadores para compartir la red, de modo que un usuario en el extranjero —por ejemplo— puede conectarse a una red (MSC, VLR y capa de radio) de otro operador. Al encender el teléfono y realizar el registro en la red extranjera, el VLR del operador extranjero toma nota de la información del usuario, se pone en contacto con el HLR del operador móvil de origen del usuario y le pide información sobre las características de abono para permitirle o no realizar llamadas. Así, los distintos VLRs y HLRs de los diferentes operadores deben estar interconectados entre sí para que todo funcione. Para este fin existen protocolos de red especiales, como SS7 o IS-41; los operadores deciden qué estándar escoger en sus acuerdos bilaterales de roaming e interconexión.

2.3 Sistema de Señalización Por Canal Común Número 7 (SS7)

Estándar de la ITU-T (International Telecommunication Union. Telecommunication Standardization Sector)

Es un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayor parte de redes telefónicas mundiales. Su principal propósito es el establecimiento y finalización de llamadas, si bien tiene otros usos. Entre estos se incluyen: traducción de números, mecanismos de tarificación pre-pago y envío de mensajes cortos

Define los protocolos y procedimientos mediante los cuales, los elementos de la red de telefonía pública intercambian información sobre una red digital, para realizar el establecimiento, mantenimiento y liberación de llamadas, fijas y móviles.

Extendido desde red telefónica básica a:

- Red Inteligente
- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)
- Redes ATM
- Redes móviles GSM

Las principales características de SS7 son:

- Alta flexibilidad: puede ser empleado en diferentes servicios de telecomunicaciones
- Alta capacidad: Un solo enlace de señalización soporta cientos de troncales
- Alta velocidad: establecer una llamada a través de varias centrales toma menos de 1 segundo.
- Alta confiabilidad: contienen poderosas funciones para eliminar problemas de la red de señalización. Un ejemplo es la posibilidad de escoger enlaces alternos para la señalización.
- Economía: puede ser usado por un amplio rango de servicios de telecomunicaciones.
- Requiere menos hardware que los sistemas anteriores.

2.3.1 Estructura de la red de señalización SS7

En una red de señalización No 7 existen dos componentes básicos que son: el Punto de señalización SP (Signalling Point) y el Enlace de Señalización SL (Signalling Link).

Una central digital que use SS7 se conoce como SP y dentro del sistema SS7 se le asigna un número de identificación único conocido como Código del Punto de Señalización SPC (Signalling Point Code).

Esta numeración se basa en el estándar ITU o en el ANSI (en USA).

El camino digital para transferir señales SS7 entre SP's se llama Enlace de Señalización o SL.

En la red física esto corresponde a un intervalo de tiempo de la trama PCM (IT16) dedicado, uno en cada dirección de un enlace PCM. La configuración del enlace SS7 lo completa un Terminal de Señalización ST (Signalling Terminal) en cada extremo del enlace.

Los mensajes de señalización están empaquetados en un formato llamado Unidad de Señalización de Mensajes o MSU (Message Signal Unit).

Por razones de confiabilidad y capacidad es necesario tener más de un enlace de señalización o SL entre dos puntos de señalización (SP's) adyacentes.

Cuando hay varios SL's en paralelo se denominan Set de Enlaces o LS (Link Set).

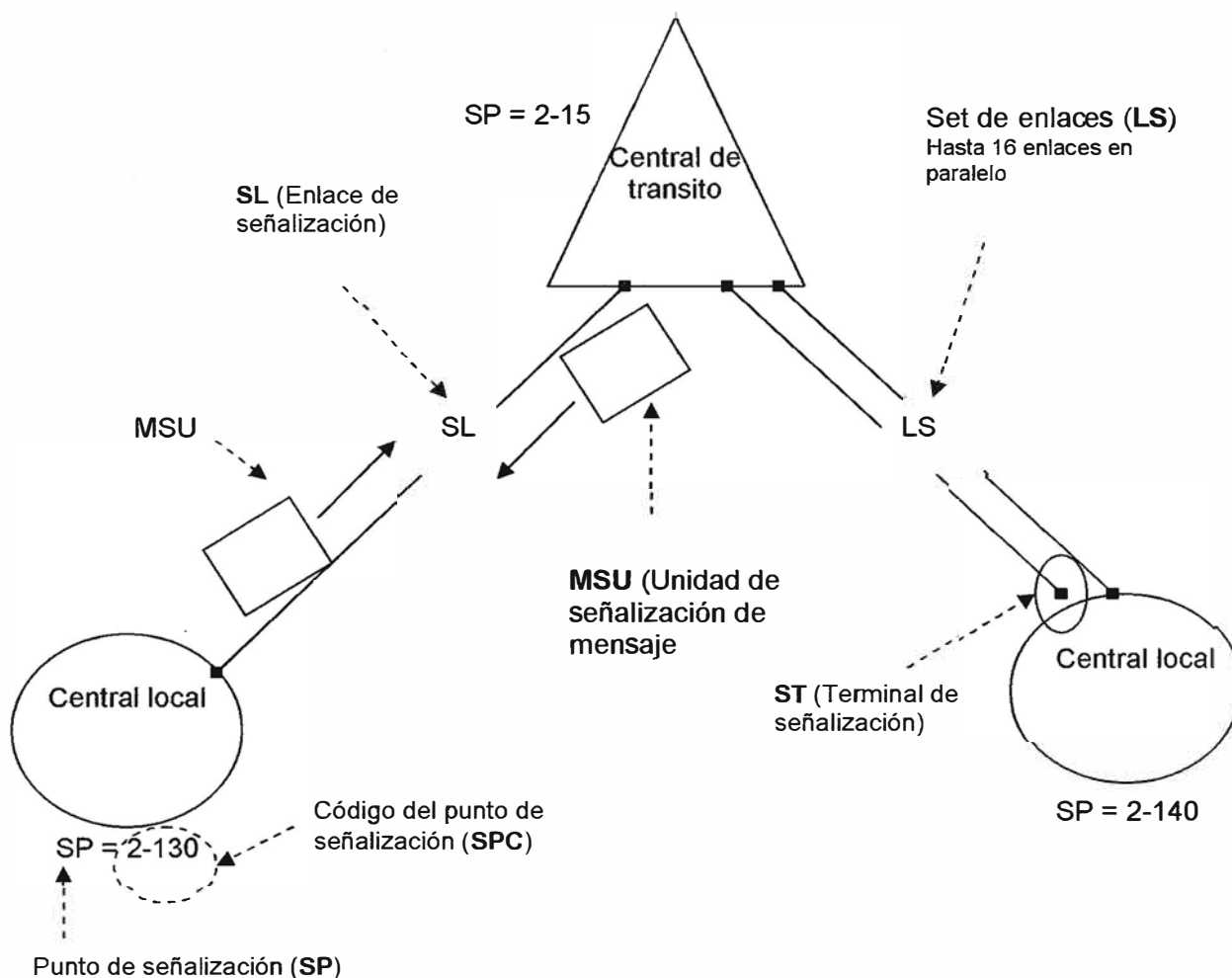


Fig. 2.6 Componentes básicos en una red SS7.

A nivel mundial la red de señalización está estructurada en 2 niveles funcionales independientes: el nivel nacional y el nivel internacional.

Esto facilita una clara distribución de la responsabilidad respecto a la señalización en los aspectos de la gestión de red. También permite que los planes de numeración para los SP's en la red internacional y en las diferentes redes nacionales sean independientes entre sí.

2.3.2 Terminología usada al hablar del Sistema de Señalización No 7.

Puntos de señalización adyacentes: Son dos puntos de señalización que están directamente interconectados mediante un enlace de señalización.

Relación de señalización: Son dos puntos de señalización que intercambian mensajes de señalización.

Diferentes tipos de puntos de señalización:

- Punto origen: Donde se origina el mensaje.
- Punto destino: Donde finaliza el mensaje.
- STP (Punto de Transferencia de Señalización): Punto de señalización en donde ni se origina ni termina el mensaje. Recibe un mensaje y lo dirige en forma transparente a otro enlace.

Rutas de señalización: Es el itinerario de SP's, STP's y enlaces de señalización interconectados, que toma el mensaje para llegar desde el punto de origen al punto de destino.

Modos de señalización: Es la asociación que hay entre la ruta tomada por el mensaje de señalización y la ruta que toman los canales de voz señalizados (o datos, etc.). Hay tres modos:

- Asociado: Mensaje y voz (datos) llevan la misma ruta.
- Cuasi asociado: Los mensajes de señalización siguen la misma ruta de la voz (datos) en algunos tramos, separándose en otros.
- Disociado: Los mensajes de señalización y el tráfico de voz llevan caminos diferentes en todos los tramos.

2.3.3 Punto de Transferencia de Señalización (STP):

El elemento clave en una red PSTN son las centrales y su ubicación. Estas constituyen los enlaces que mantiene unida a la red PSTN.

La red de señalización SS7 se mantiene unida por los Punto de Transferencia de Señalización STP (Signalling Transfer Point). Aunque los requerimientos de una central de voz y un STP son distintos, de alguna forma uno recuerda al otro. PSTN requiere conexiones de los circuitos para los canales de voz. Esta necesidad de conexión no existe en SS7. Lo que se conoce como "circuitos" en la PSTN, no puede transportar mensajes hasta que se haya establecido la conexión física. En vez de circuitos, SS7 utiliza líneas de transmisión llamadas "enlaces". En teoría estos enlaces siempre deben estar disponibles para llevar mensajes. En lugar de "conectar", el STP solo necesita dirigir los mensajes a los enlaces apropiados para entregarlos. Por ejemplo si el STP tiene enlaces dirigidos hacia los 4 puntos cardinales, puede resultar más apropiado dirigir un mensaje destinado a Granada a través del enlace norte que a través del enlace sur.

El STP no necesita conectarse a las rutas de señalización puesto que hace parte de estas. Simplemente el STP transfiere los mensajes a la ruta seleccionada o al destino de estos. Las Centrales de tránsito conectan enlaces, en cambio los STP dirigen los mensajes.

2.3.4 Enlaces de la Red de Señalización SS7.

Los enlaces en una red SS7 no hacen referencia al tipo de líneas de transmisión empleadas. Aquí se usa una amplia variedad de líneas de transmisión. Cuando se habla de enlaces nos referiremos a los tipos de conexión que existe entre dos o más STP's

A. Enlaces de acceso A (A = Access)

Son los enlaces que establece un SP con el par de STP's.

B. Enlaces C (C = Cross):

Son los enlaces que conectan un par de STP's "compañeros".

C. Enlaces B (B = Bridge):

Establecen enlaces entre dos redes locales diferentes específicamente entre cada par de STP's (locales o regionales).

D. Enlaces D (D = Diagonal):

Establecen enlaces entre STP's de diferente jerarquía, por ejemplo entre STP's locales y regionales o regionales y nacionales

E. Enlaces E (E = Extended):

Conectan un SP a un par remoto de STP's para tratar de mejorar su flexibilidad mediante la extensión de su conexión con dos STPs distantes. Este tipo de enlace se podría confundirse con el tipo A, pero realmente se hacen para extender su capacidad de enrutamiento de mensajes.

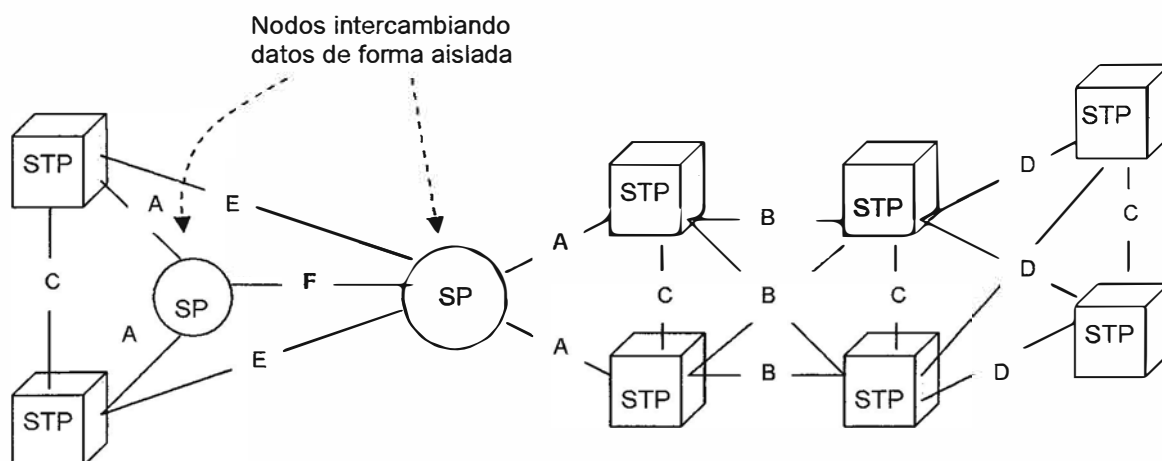


Fig. 2.7 Esquema de los enlaces A - F

F. Enlaces F (F = Fully Associated Links):

Conectan dos (2) SP's casi desconectados de la red de señalización que necesitan intercambiar datos de forma aislada de la red. Por ejemplo pueden ser dos nodos pertenecientes a una misma compañía como el caso de la central con la plataforma de Red Inteligente.

2.3.5 NODOS DE LA RED DE SEÑALIZACION SS7

Se ha empleado el término genérico “SP” para describir los Puntos de Señalización. La red SS7 se creó originalmente con la idea de mejorar la eficiencia de la PSTN, empezando con el nodo con el cual la PSTN se conecta con la red SS7.

A) Punto de Conmutación del Servicio “SSP” (Service Switching Point).

Actualmente hay dos tipos de nodos asociados a la conmutación. El CCSSO (Central de conmutación con señalización por canal común) el cual puede estar en una central de tránsito o final y tiene la capacidad de usar SS7 en lo que se conoce como modo de señalización de troncal para el establecimiento de la llamada.

El otro tipo de nodo y el más comúnmente escuchado es el SSP, el cual además de tener la misma capacidad para realizar el establecimiento de una llamada, tiene la habilidad de detener el procesamiento de una llamada, hacer peticiones a bases de datos externas y realizar las acciones apropiadas de acuerdo a una respuesta determinada.

B) Punto de Control del Servicio “SCP” (Service Control Point)

En las redes de hoy se encuentran bases de datos dondequiera que haya que efectuar una traducción de número telefónico (Ej. Numero 800), realizar verificaciones o simplemente donde se requiera información. La puerta de acceso a esas bases de datos es el SCP. Este es el nodo que provee los mecanismos para que los datos puedan ser obtenidos desde una base de datos de una manera que se adapte a los propósitos del nodo que inició la petición.

Ya que los tipos de servicios que pueden ser ofrecidos solo están limitados por la imaginación y los datos disponibles, lo más probable es que el SCP continúe jugando un papel significativo dentro del crecimiento y la evolución de la red SS7.

C) Punto de Enrutamiento de Usuario “CRP” (Customer Routing Point)

Es un nodo que maneja una base de datos actualizada por la propia compañía o empresa que posee el CRP. La ventaja con este nodo es que las actualizaciones de la base de datos son hechas por la propia empresa y por lo tanto son más rápidas y eficientes.

D) Periférico Inteligente “IP” (Intelligent Peripheral)

Es un nodo que presta servicios especializados tales como detección de comandos de voz, tonos o entradas al sistema desde un teclado de un PC. Estos servicios pueden ser usados solo por la empresa poseedora del nodo, o también esta puede vender los servicios a otras compañías.

Esto se hace por razones económicas ya que es muy difícil adquirir equipos especializados para la atención de este tipo de servicios y la solución más viable es ubicar estos equipos en un número limitado de lugares dentro de la red. Las mejoras en

los servicios que requieran solo de alguna reprogramación se pueden hacer rápidamente. Una vez hecha la reprogramación, el nuevo servicio estará disponible para toda la red SS7

.2.3.6 LA RED INALÁMBRICA (TELEFONIA MOVIL) Y LA RED SS7

Ya que la red "inalámbrica" lo es solo en una pequeña porción de su arquitectura, este tipo de redes también deben ser atendidas por la red SS7 para poder ofrecer todos los servicios que vemos actualmente en el mercado. Algunas partes de las que se compone una red inalámbrica son:

A) Centro de Conmutación Móvil "MSC" (Mobile Switching Center):

Es una central de conmutación pero para equipos móviles. Además de las funciones de una central normal también debe saber en qué lugar está ubicado el abonado para poder establecer una llamada.

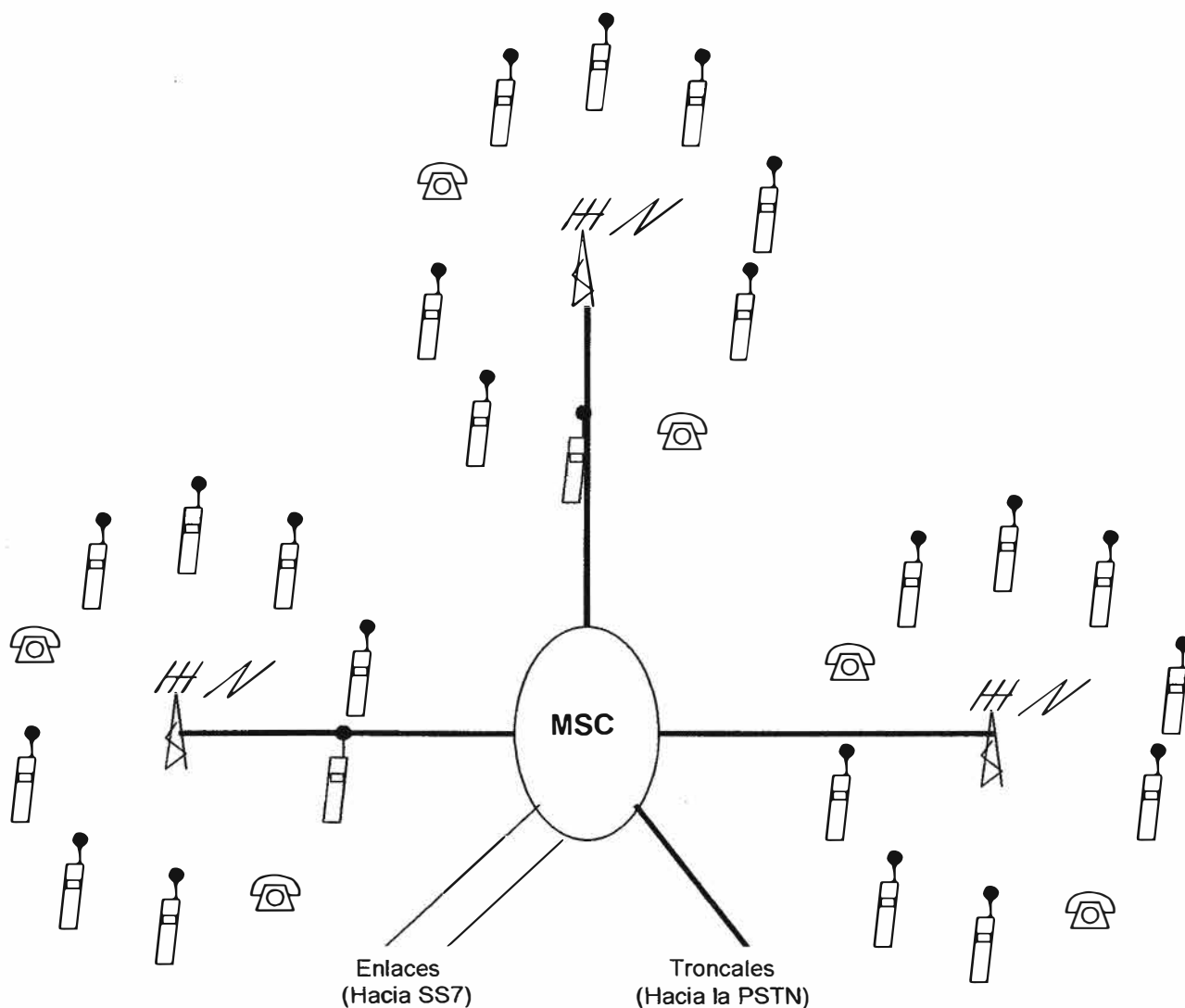


Fig. 2.8 Red de telefonía Móvil.

B) Registro de Usuarios Locales “HLR” (Home Location Register):

Es una base de datos que contiene el registro de los abonados propios de la central proveedora de la comunicación móvil, así como también posee la información necesaria para validar a sus usuarios y efectuar el cobro de servicio respectivo.

C) Registro de Usuarios Visitantes “VLR” (Visitor Location Register):

Es un nodo que contiene la base de datos con la información sobre los usuarios “roamers”, o que no pertenecen al área servida por la central...

.2.3.7 MODELO DE REFERENCIA SS7 Y PLANEAMIENTO DE LA RED DE SEÑALIZACION

SS7 es uno de los protocolos de señalización que se asemejan a otras formas de protocolos de comunicación de datos en las cuales toda la información se transfiere en mensajes etiquetados.

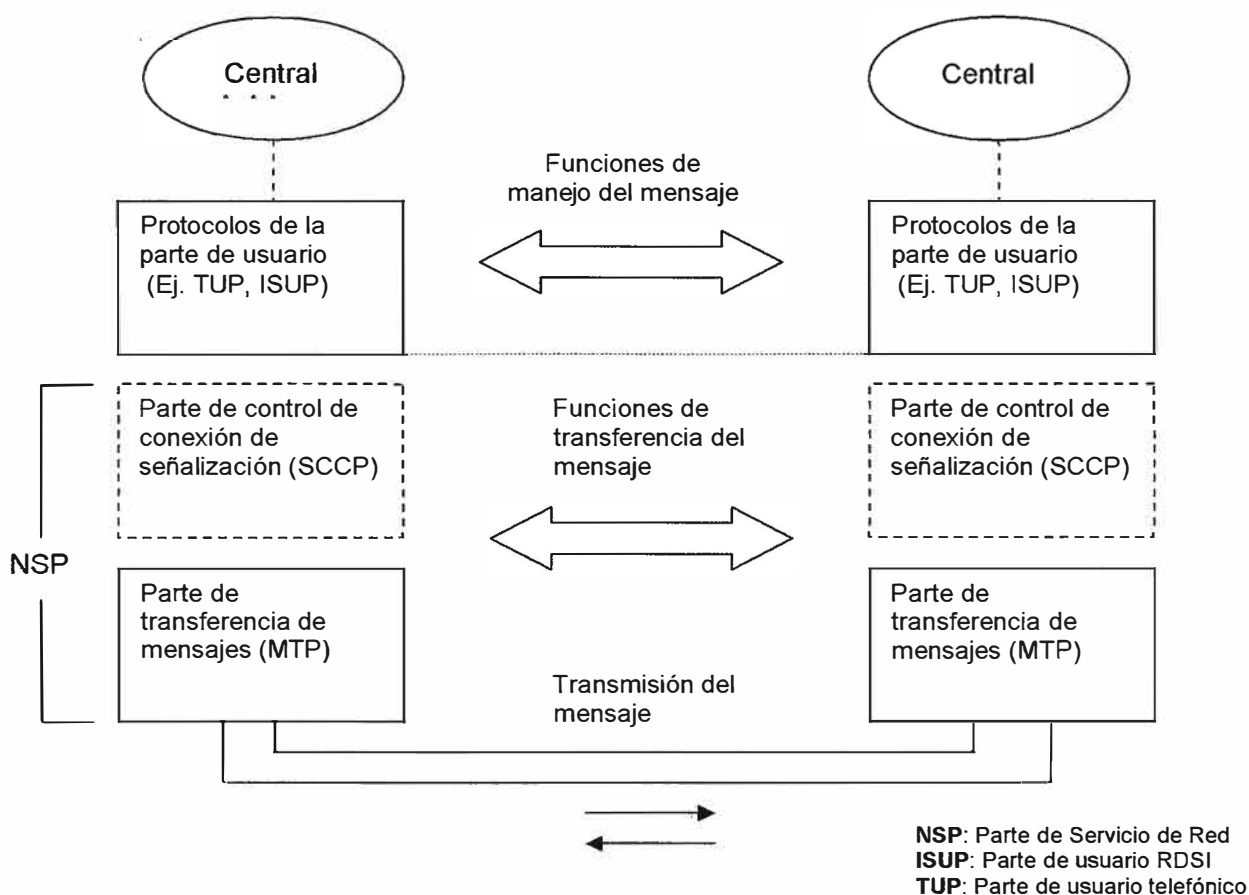


Fig.2.9 Estructura principal de las funciones principales de SS7.

Ya que toda la información de señalización se transporta en un canal de señalización separado (un slot de tiempo en transmisión digital), el cual es independiente de los canales de comunicación de tráfico de voz/datos, se puede utilizar un enrutamiento

flexible de los mensajes a través de enlaces alternos. Como resultado de esto se obtiene una mayor confiabilidad ya que si un enlace de señalización falla, la información puede reencaminarse a un enlace alternativo.

SS7 fue diseñado para proveer a cada “grupo de usuarios” con sus propios sets de mensajes. Con esto se logra implementar de forma fácil los nuevos mensajes que necesite un grupo específico de usuarios sin afectar a los demás grupos. Ejemplos de estos grupos de usuarios son la PSTN, RDSI, PLMN y las redes inteligentes (IN), así como los servicios de comunicación de datos tanto para redes fijas como celulares.

Existen dos partes funcionales en SS7: una es la transferencia de señalización entre centrales y la otra el manejo del contenido de los mensajes dentro de las centrales.

A) Funciones de transferencia de mensajes:

La parte de transferencia de mensajes consta de dos partes funcionales: la Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) y la Parte de Control de la Conexión de Señalización (SCCP). El MTP se usa siempre, mientras que el SCCP se usa cuando se necesita.

La combinación de MTP y SCCP forman la Parte de Servicio de Red (NSP) y permite la señalización con o sin conexión de canal de habla.

B) Funciones de manejo de mensajes:

Para el manejo de los mensajes SS7 existen protocolos separados para cada área de aplicación. Estos protocolos se conocen como “Protocolos de la Parte de Usuario”. Por ejemplo hay un protocolo de Parte de Usuario Telefónico (TUP) el cual se emplea para el manejo de mensajes de señalización telefónica. También hay un protocolo de Parte de Usuario ISDN (ISUP) para el manejo de mensajes relacionados con funciones ISDN (RDSI).

2.3.8 FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES DE SENALIZACION

Ubicando los mensajes: Una central que emplee señalización # 7 es conocida dentro de la red SS7 como punto de señalización (SP) y al cual se le asigna un código del punto de señalización (SPC). Estos SPC's son usados para encaminar los mensajes al SP apropiado dentro de la red SS7.

Para la señalización relativa a circuito se usa el MTP.

Para la señalización no relativa a circuito se usa el NSP, es decir el MTP junto al SCCP.

La señalización “relativa a circuito” hace referencia a aquella señalización necesaria para establecer una llamada telefónica, es decir la que lleva la información del número

del abonado B, ocupación de la línea, señales de cuelgue / descuelgue, tonos de información (marcación, ocupado, etc.).

La señalización “no relativa a circuito” es aquella que se usa para ofrecer otra clase de servicios telefónicos, como el numero 800 o cualquier otro servicio que requiera de la utilización de información contenida en bases de datos.

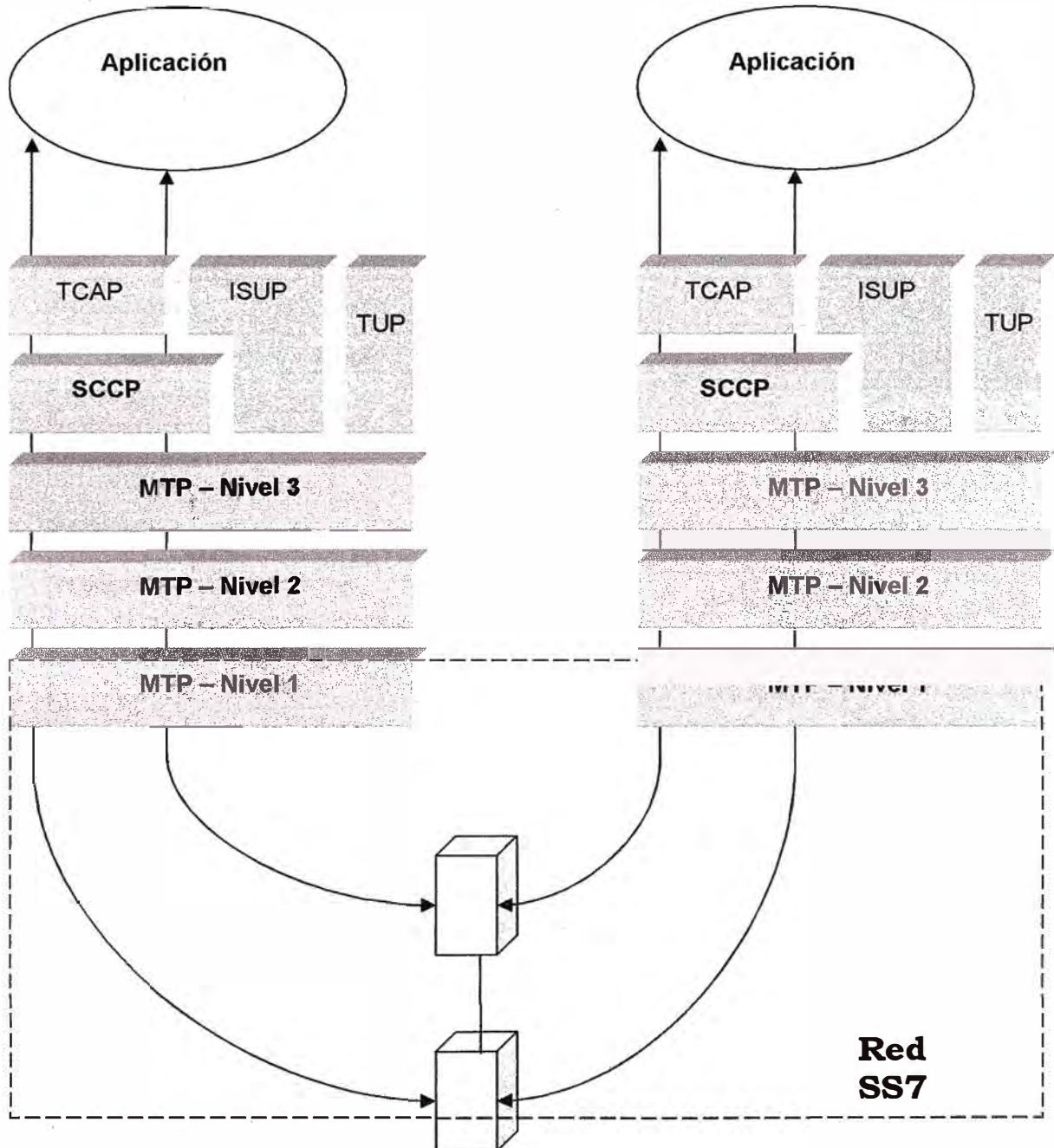


Fig. 210 Flujo de los mensajes a través de las capas de protocolos SS7.

El mensaje es enviado desde la parte de usuario (TUP, ISUP, etc.) hacia el MTP, el cual le agrega alguna información de cabecera necesaria para que el MTP receptor controle el proceso de transferencia hasta el TUP de destino.

El siguiente esquema ilustra la manera en la cual los mensajes son enviados y recibidos por las aplicaciones usando secuencialmente las capas de los protocolos. Cada capa realiza varias funciones antes de pasar el mensaje a la siguiente capa. Todas las aplicaciones hacen uso de la Parte de Transferencia de Mensajes (MTP).

Las aplicaciones mostradas en el esquema hacen uso de las partes de control de conexión de señalización (SCCP) y la parte de aplicación de capacidades de transacción (TCAP). Estas dos partes se emplean cuando la aplicación tiene que hacer peticiones y recibir respuestas de una base de datos.

En el esquema las líneas de flujo de los mensajes no pasan a través de la parte de usuario RDSI (ISUP). Esa parte provee funciones para el manejo de llamadas telefónicas las cuales pasan de conmutador en conmutador. Por lo tanto la comunicación mostrada no envuelve conmutación en una red de voz.

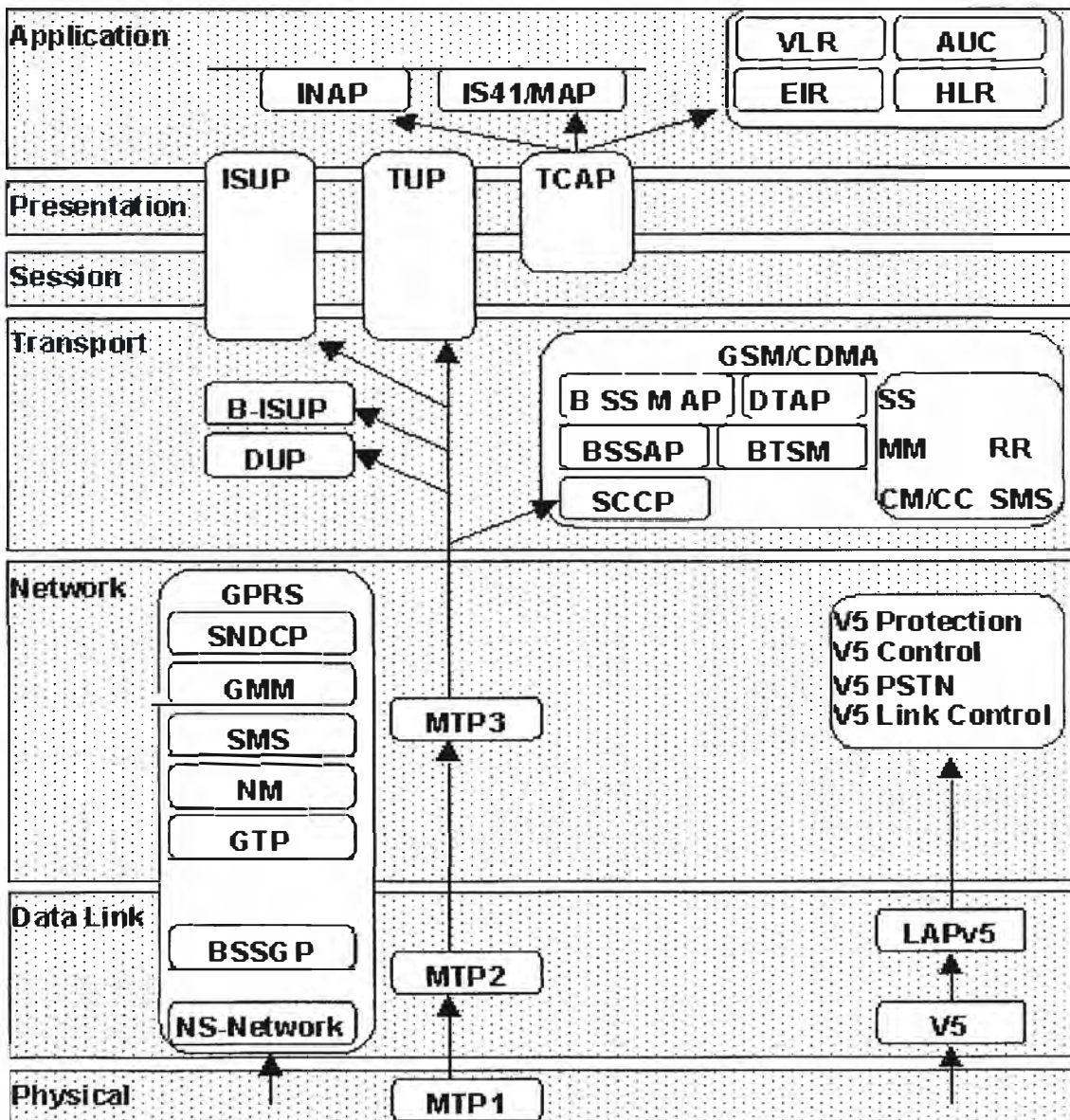


Fig.2.11 Capas o Niveles SS7 (Fuente: www.protocols.com)

A) Parte de Transferencia de Mensajes – MTP (Mensaje Transfer Parte)

Provee las funciones necesarias para que la información de la parte de usuario se transfiera desde un punto de señalización (SP) de origen a un SP de destino. Además debe asegurar también que haya una transferencia de información sin errores, en el orden correcto y sin pérdidas o duplicación.

MTP posee 3 niveles cuyas funciones principales son:

A.1 MTP nivel 1 (Funciones de enlace de datos)

Define las interfaces mecánicas y eléctricas para la conexión del terminal de señalización a la central, o del enlace a la red, etc.

A.2 MTP nivel 2 (Funciones de enlace)

Define las funciones necesarias para manejar cada enlace de señalización y hacer confiable su funcionamiento (SL).

A.3 MTP nivel 3

Tiene dos funciones principales. Manejar las Unidades de Mensaje de señalización (Sus) entrante y saliente, y gestionar la red de señalización.

Como MTP no puede manejar la señalización no relacionada a conexión, se necesitan funciones adicionales, las cuales son proporcionadas por el SCCP.

B) Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP):

Provee funciones para los servicios de red orientados a conexión y no orientados a conexión, atiende direcciones extendidas, enrutamiento y extiende la gestión de la red.

El SCCP se usa para interactuar con bases de datos. Por ejemplo para intercambiar información entre el HLR y el VLR de las redes celulares. También para la interacción entre un punto de conmutación del servicio (SSP) y un punto de control del servicio (SCP).

C) Parte de servicio de Red (NSP):

Es la combinación de MTP y SCCP y se utiliza para suministrar los mensajes de señalización, relativos a conexión del circuito o no circuito, utilizando servicios de red orientados o no a conexión.

D) Unidades de Señalización (SU's):

En SS7 los paquetes de datos son llamados Unidades de Señalización (SU). Las SU pueden ser generadas en el nivel 4 por la parte de usuario, pero también en el nivel 3 (mensaje de gestión del MTP).

La estructura principal de una SU hace que se divida el contenido de la información en:

- Información relativa al mensaje de señalización

- Información relativa al encabezado del mensaje

Hay 3 tipos de SU's:

- Unidad de Señalización de Mensaje (MSU)
- Unidad de Supervisión del Estado del enlace (LSSU)
- Unidad de Señalización de relleno (FISU)

E) Unidad de Señalización de mensaje (MSU):

En la estructura de la MSU el “mensaje de señalización” está definido en los parámetros de un campo llamado Campo de Información de Señalización (SIF). La estructura del MSU en general es la siguiente:

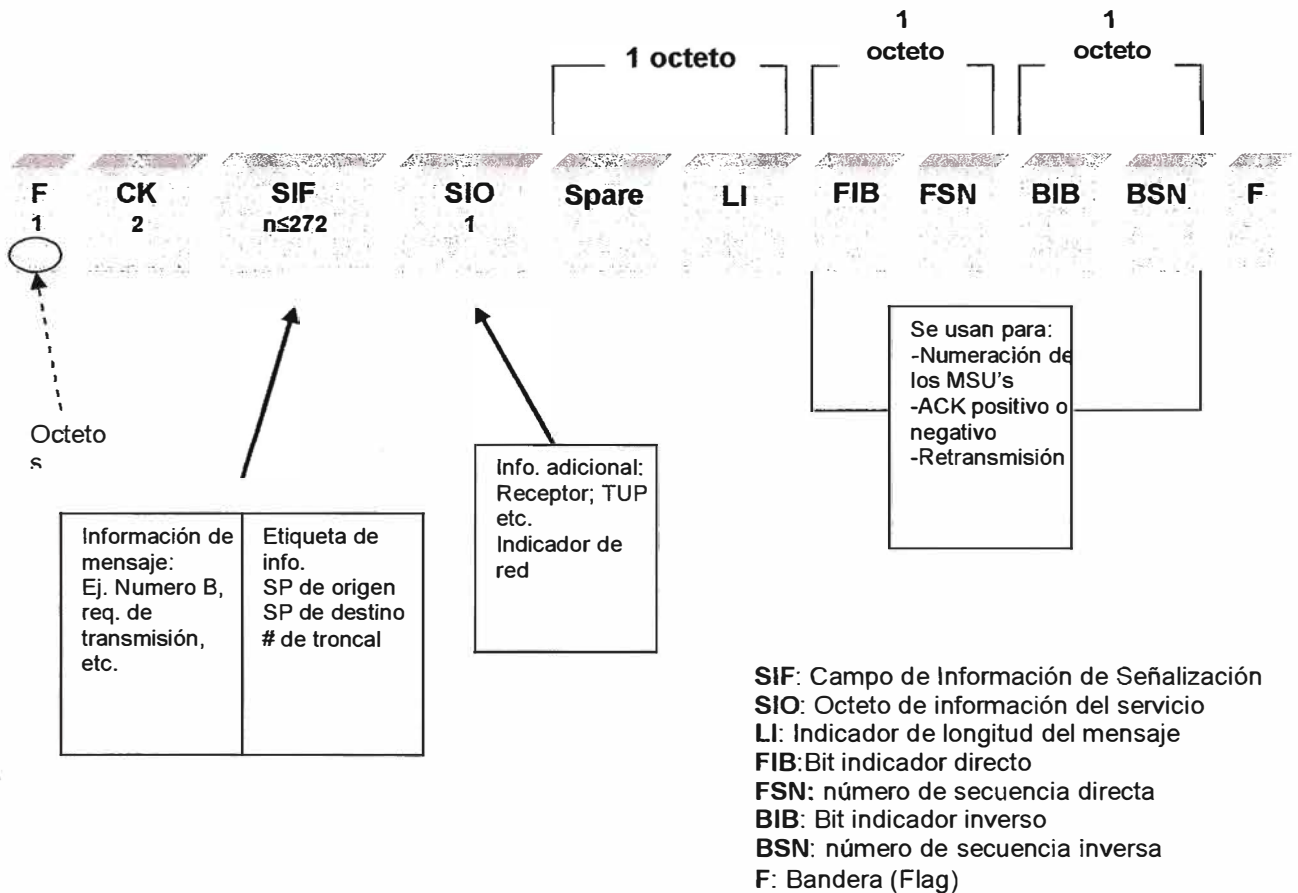


Fig. 2.12 Estructura de la unidad de Señalización de Mensaje (MSU)

(www.protocols.com).

F) Protocolos de la Parte de usuario

Son los protocolos responsables por el manejo de los mensajes de señalización y en general se encargan de:

- Empaquetar los mensajes salientes y desempaquetar los entrantes.

- Comunicación interna con las funciones encargadas del manejo del tráfico, servicios y gestión de líneas dentro de una central.
- Comunicación interna con el MTP o el NSP.

Un mensaje de señalización completo contiene dos partes básicas: una parte del mensaje y una parte de la dirección la cual indica el SP de origen y de destino.

2.3.9 Nivel ISUP

ISUP es un protocolo de circuitos conmutados, usado para configurar, manejar y gestionar llamadas de voz y datos sobre PSTN. Es usado para llamadas ISDN y no ISDN y es parte de la señalización ANSI SS7 para remplazar TUP, el cual no soporta la transmisión de datos o circuitos digitales. De todas formas ISUP no soporta las tecnologías broadband. Estas nuevas tecnologías utilizarán la nueva versión de ISUP llamada BISUP, la cual está todavía en desarrollo por el ITU-T. El servicio básico que proporciona ISUP es en el establecimiento y liberación de llamadas. Algunos otros servicios proporcionados por ISUP son:

- Grupo cerrado de usuarios.
- Identificación de llamadas.
- Re direccionar llamadas.
- Llamada en espera.

ISUP es compatible con el protocolo ISDN, el cual fue creado como extensión de SS7. El propósito de la compatibilidad ISDN es permitir a los switches conectados enviar señales de información a otros de forma remota. Esta característica puede usarse para soportar llamadas como conferencias. No todas las redes SS7 usan ISUP como base para servicios ISDN. Muchos de los países europeos, norteamericanos y japoneses usan ISUP, pero por ejemplo en Reino Unido se usa National User Part (NUP), desarrollado en los años 80 y basado en TUP, ya que ISUP no estaba todavía disponible.

Después del Campo de Información de Señalización (Signaling Information Field), de tamaño fijo y obligatorio, un mensaje ISUP contiene una parte de tamaño variable que depende del tipo de mensaje que se haya enviado. Los mensajes más comunes son:

A) Mensaje de Dirección Inicial (IAM)

Primer mensaje enviado para informar al switch, que la llamada ha de ser establecida en el CIC contenido en el mensaje. Contiene el número del llamado y el llamador, tipo de servicio y algún parámetro opcional más.

B) Mensaje de Dirección Completa (ACM)

Mensaje devuelto por el último switch cuando el suscriptor es llamado y la llamada comienza.

C) Mensaje de Respuesta (ANM)

Enviado cuando el suscriptor coge el teléfono. Normalmente la carga comienza en este momento

D) Liberación (REL)

Enviado para limpiar la llamada cuando el suscriptor es enganchado.

E) Liberación completo (RLC)

Reconocimiento de la liberación de la llamada - el time slot queda ocioso y puede ser usado otra vez. Esto es enviado también (sin mensaje REL precedente) si el switch terminador determina que la llamada no puede ser completada. El switch terminador también manda un "valor de causa" para explicar la razón del fallo

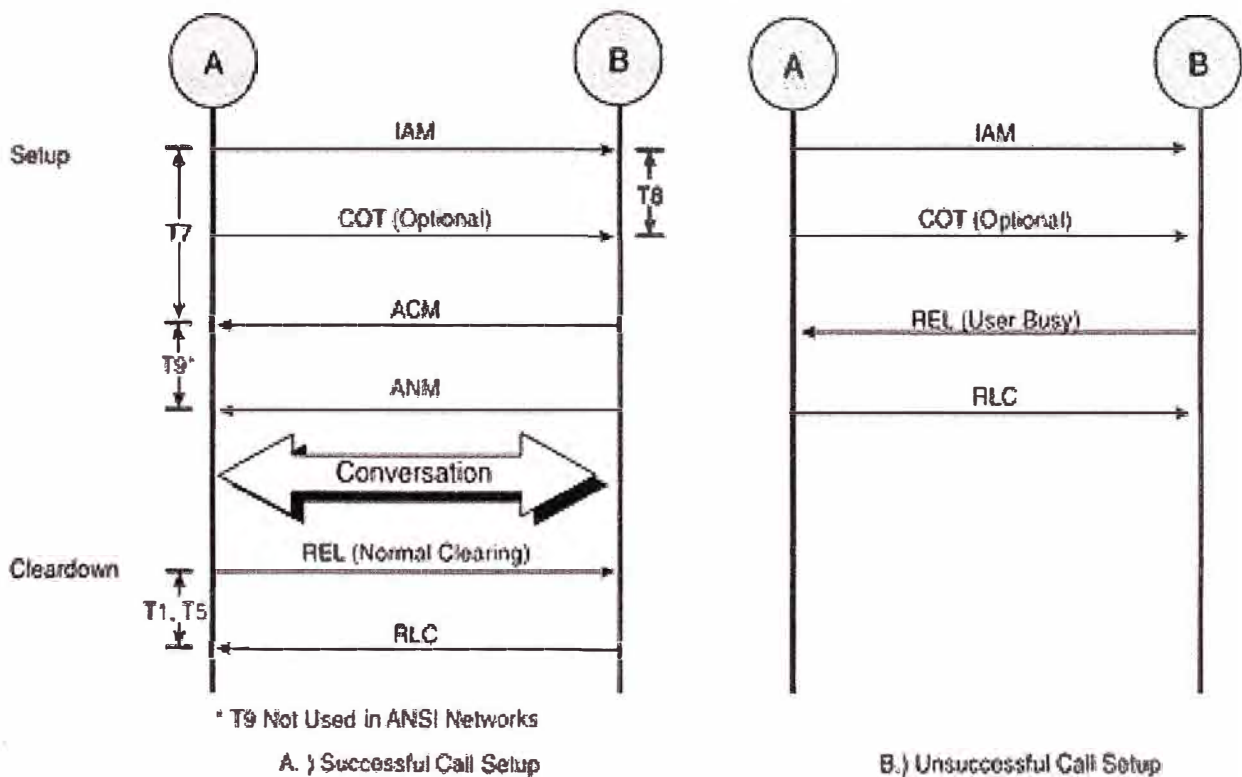


Fig. 2.13 Flujo ISUP (Fuente InformIT)

2.3.10 Nivel MAP

Parte de la aplicación móvil (MAP por sus siglas en inglés) es el protocolo que se utiliza para permitir que los nodos GSM dentro del subsistema de red de conmutación (NSS) puedan comunicarse entre sí para proporcionar servicios, tales como la posibilidad del roaming, el texto de mensajería (SMS), y autenticación de suscriptores.

Esta capa de aplicación proporciona un conjunto estandarizado de las operaciones. MAP es transportado y encapsulado con los protocolos SS7 MTP, SCCP y TCAP.

Los procedimientos de las llamadas, en primer lugar, recuperan la información de enrutamiento para permitir llamadas de terminación móvil. Cuando una originarios móvil o

una llamada móvil se da por concluido ha llegado al destino MSC, los procedimientos MAP no son obligatorios.

Otros procedimientos realizados por el manejo de llamadas en MAP incluyen la restauración de control de llamadas en la puerta de enlace del Centro de conmutación móvil (GMSC) si la llamada en que debe enviarse. Además, el manejo de llamadas de enrutamiento procesa la notificación de que el usuario remoto está libre para la terminación de llamadas, servicios complementarios de mensaje.

Para el manejo de llamadas no tiene sub categorías de operaciones, sino que simplemente las siguientes dos operaciones:

A) sendRoutingInfo (SRI)

B) provideRoamingNumber (PRN)

En el caso de un MTC, un abonado de la PSTN / RDSI MSISDN, marca al abonado móvil, lo que genera un mensaje ISUP IAM (alternativamente, se podría utilizar TUP) que contiene el MSISDN como el número llamado. Sobre la base de la información contenida en el MSISDN (código de destino nacional y el código del país), el PSTN / RDSI encamina la llamada desde el GMSC a la PLMN.

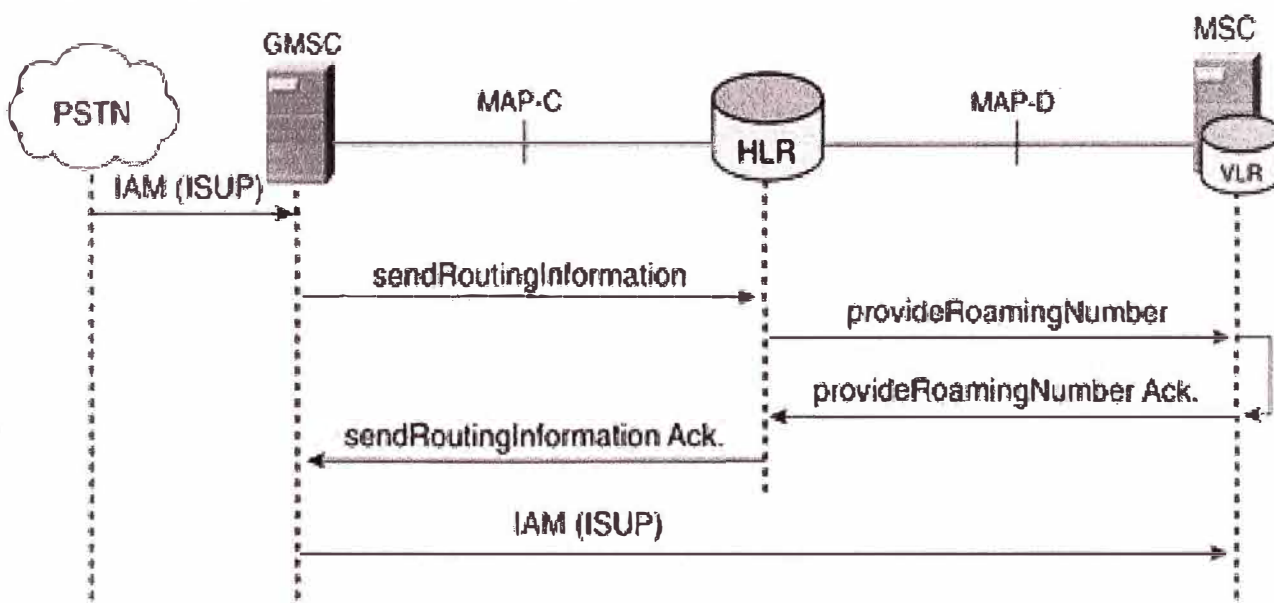


Fig 2.14 La figura muestra como se procesa una llamada entrante a una red GSM (Fuente InformIT)

El GMSC luego identifica el HLR del abonado sobre la base de la MSISDN, e invoca la operación sendRoutingInformation con el MSISDN como parámetro hacia el HLR para localizar el origen de la MS, donde se ubica actualmente.

Debido a las actualizaciones de localización anteriores, el HLR sabe cual VLR actualmente da servicio al abonado. Para obtener una estación móvil que se asocia al número (MSRN), el HLR consulta el VLR utilizando el provideRoamingNumber operación

que realiza con el IMSI como parámetro. El VLR asigna un MSRN de un grupo de números disponibles y envía el MSRN de nuevo al HLR.

Debido a que el GMSC ahora sabe en que MSC se encuentra el usuario actualmente, genera un IAM con la MSRN como el número llamado. Cuando el MSC recibe el IAM, reconoce la MSRN y conoce el IMSI para los que se asignó el MSRN.

A) SendRoutingInfo (SRI)

En el caso de una llamada entrante, el GMSC envía este mensaje al HLR para obtener información de enrutamiento, como el MSRN. Al recibir el mensaje, el HLR envía una solicitud al VLR (mensaje provideRoamingNumber) para consultar por la ubicación exacta del número llamado.

B) ProvideRoamingNumber (PRN)

El VLR utiliza este mensaje para proporcionar información de enrutamiento (MSRN) al HLR en el caso de una llamada entrante.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se analiza los impactos de la implementación de la Portabilidad Numérica, en la primera parte se expone la arquitectura de la red GSM, luego se analiza la técnica de implementación y sus impactos. Finalmente se expone la forma en que se solucionan los impactos en el encaminamiento de llamadas

1.1 Arquitectura de la Red GSM a implementar la Portabilidad Numérica

En el siguiente grafico se puede apreciar la red donde se requiere la implementación del servicio de Portabilidad Numérica.

En esta Red Móvil consta de los siguientes elementos de red:

Un BSC

Un HLR

Un MSC/VLR

Un GMSC

UN SCP (Plataforma Prepago)

Dos STP

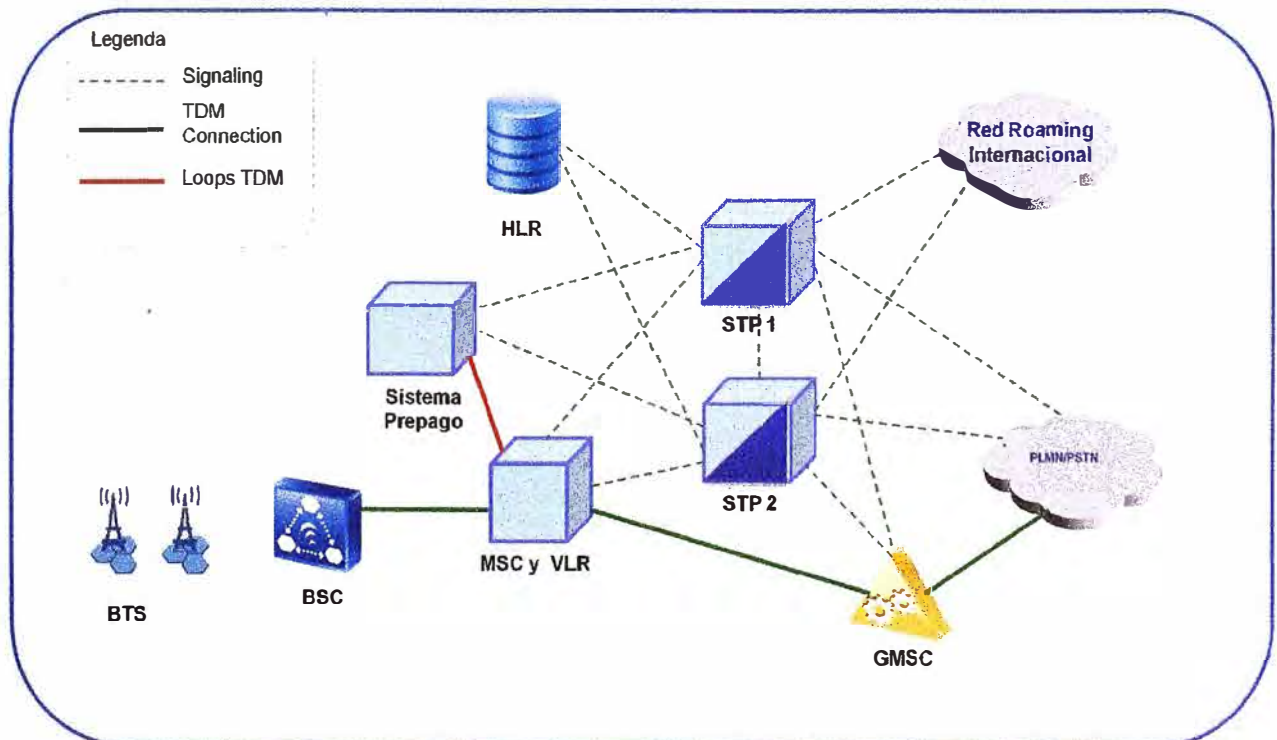


Fig. 3.1 Red GSM en estudio

En este caso la Plataforma Prepago (SCP) para poder realizar el control de los servicios prepagos utiliza el protocolo ISUP para llevar el control de las llamadas y tarificación.

1.2 Técnica de Implementación de Portabilidad Numérica

El ente normativo ha establecido que la técnica de implementación de Portabilidad Numérica sea “All Call Query” La principal razón es porque hace un uso más efectivo de la red y permite una clara facturación entre los operadores. Esta técnica requiere que se implemente una Base de Datos centralizada donde este contenida toda la información actualizada de todos los números de los abonados y que operador móvil pertenecen.

La licitación de esta Base de Datos fue realizada por el ente normativo, donde el ganador fue la empresa de Tecnologías de Información “El Corte Inglés”.

Esta empresa ha implementado la Base de Datos Centralizada realizando conexiones a nivel IP con la Base de Datos de usuarios (en este caso no es el HLR sino la Base de Datos que es manejada por IT para realizar los aprovisionamientos) de cada operador Móvil. En la figura 3.2 podemos apreciar la estructura de la Base de Datos Centralizada.

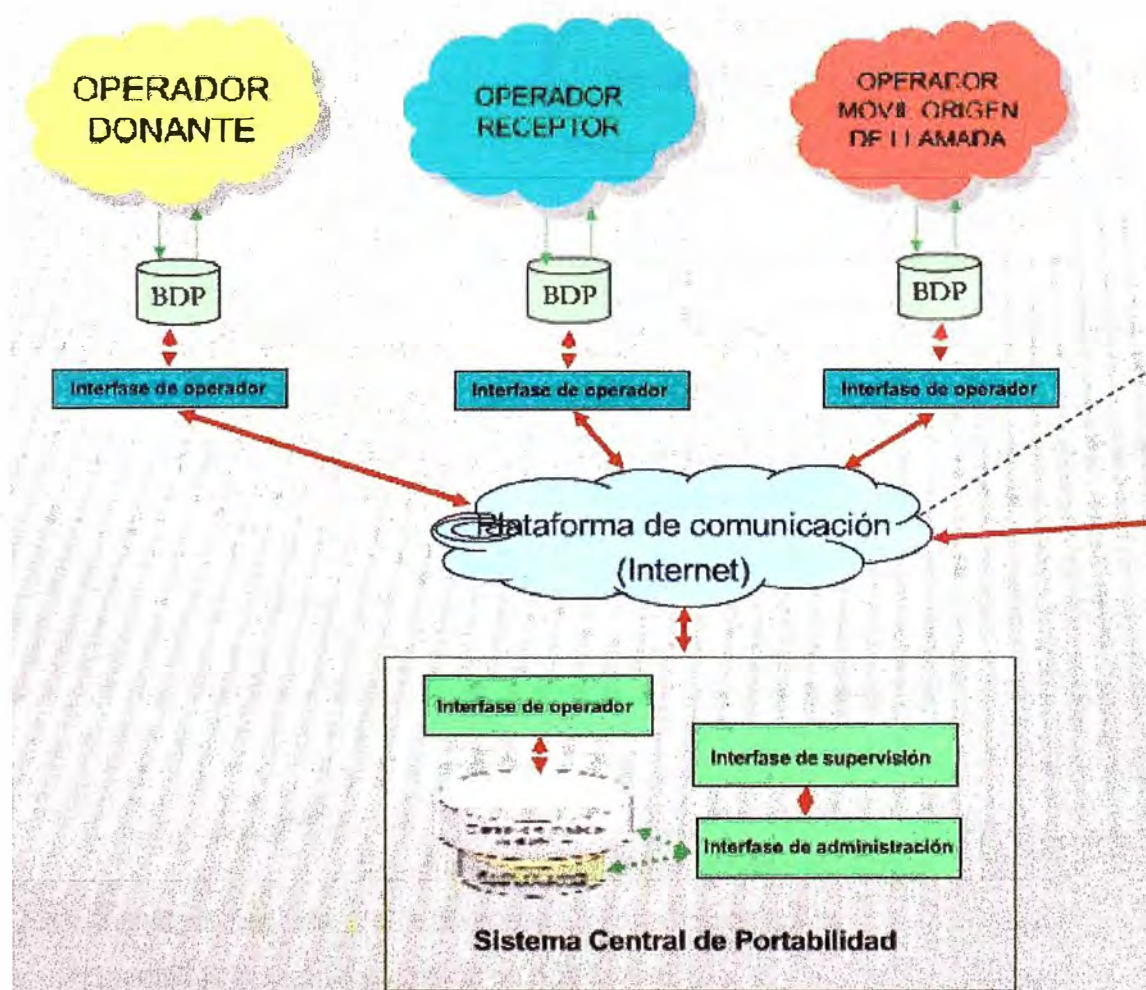


Fig. 3.2 Esquema de la técnica de implementación All Call Query

Hasta ahora, todas las llamadas hacia un usuario móvil desde la red GSM, en la que estamos analizando, harán una consulta a la Base de Datos Centralizada. Si lo implementamos de esta manera, realizar cada llamada a un móvil tendrá una demora (latencia) en el momento de establecerla, esto se debe a que, al realizar una consulta de portabilidad, esta viaja por la WAN hasta la Base de Datos Centralizada para luego regresar a la red de donde se origina la llamada; a esto se agregaría un mal uso de la red IP originando posibles congestiones. Para evitar esto, cada operador debe incluir en su solución de portabilidad una Base de Datos interna sincronizada con la Base de Datos Centralizada.

En la figura siguiente se muestra la arquitectura de la Base de Datos implementada.

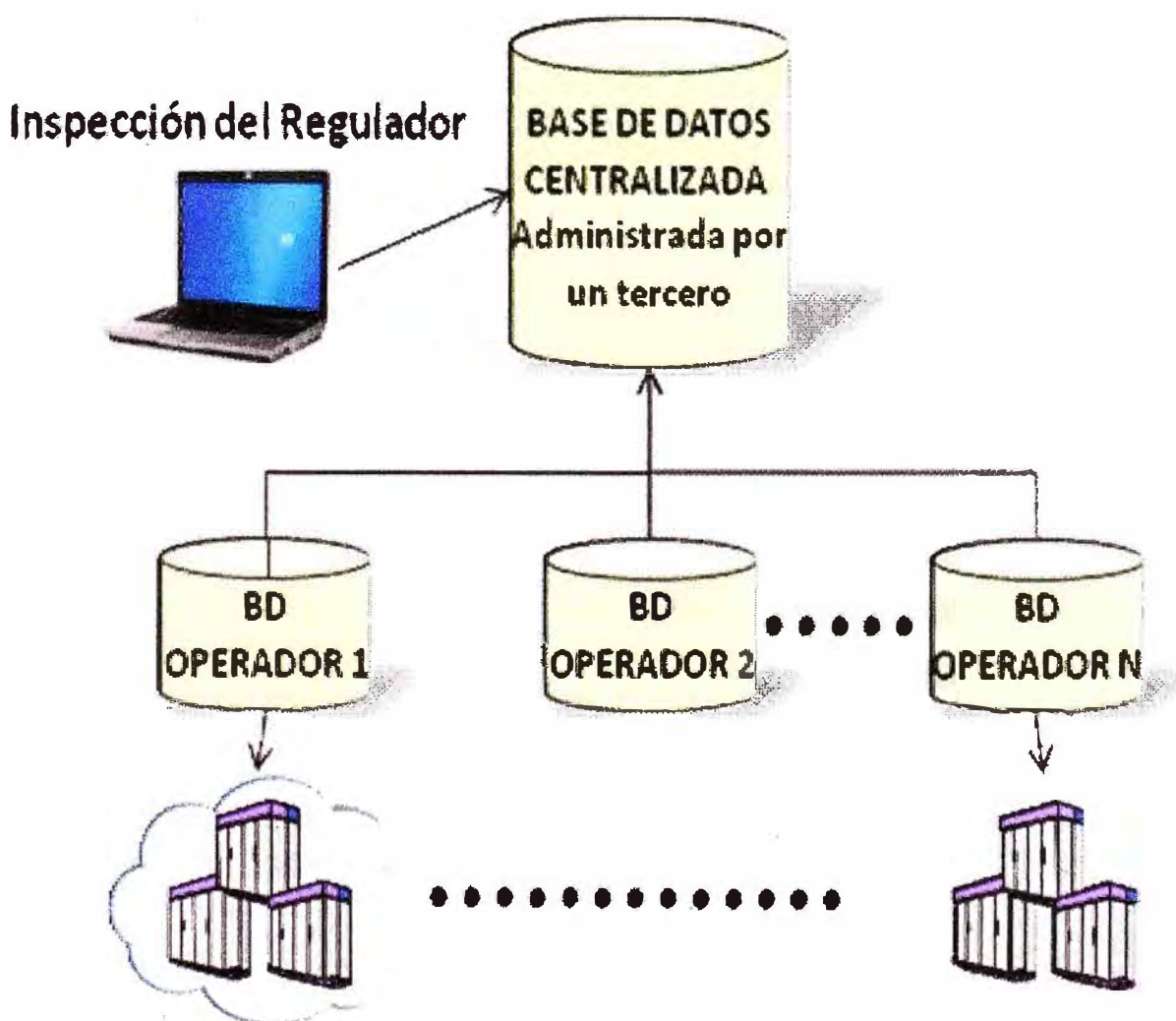


Fig. 3.3 Arquitectura de la Base de Datos

3.2.1 Ventajas del uso de la Base de Datos Centralizada

- Administración de base de datos más sencilla
- Gestión y auditoría más simple

- Fuente de información en caso de potenciales discrepancias
- Histórico de las distintas interacciones entre los operadores

3.3 Aprovisionamiento de un usuario en Portabilidad Numérica

El ente normativo ha establecido la forma en la que un usuario puede utilizar el servicio de Portabilidad Numérica. En el siguiente gráfico se muestra la forma de aprovisionar, considerando la intervención de las áreas Comerciales, Finanzas e IT del operador Móvil:

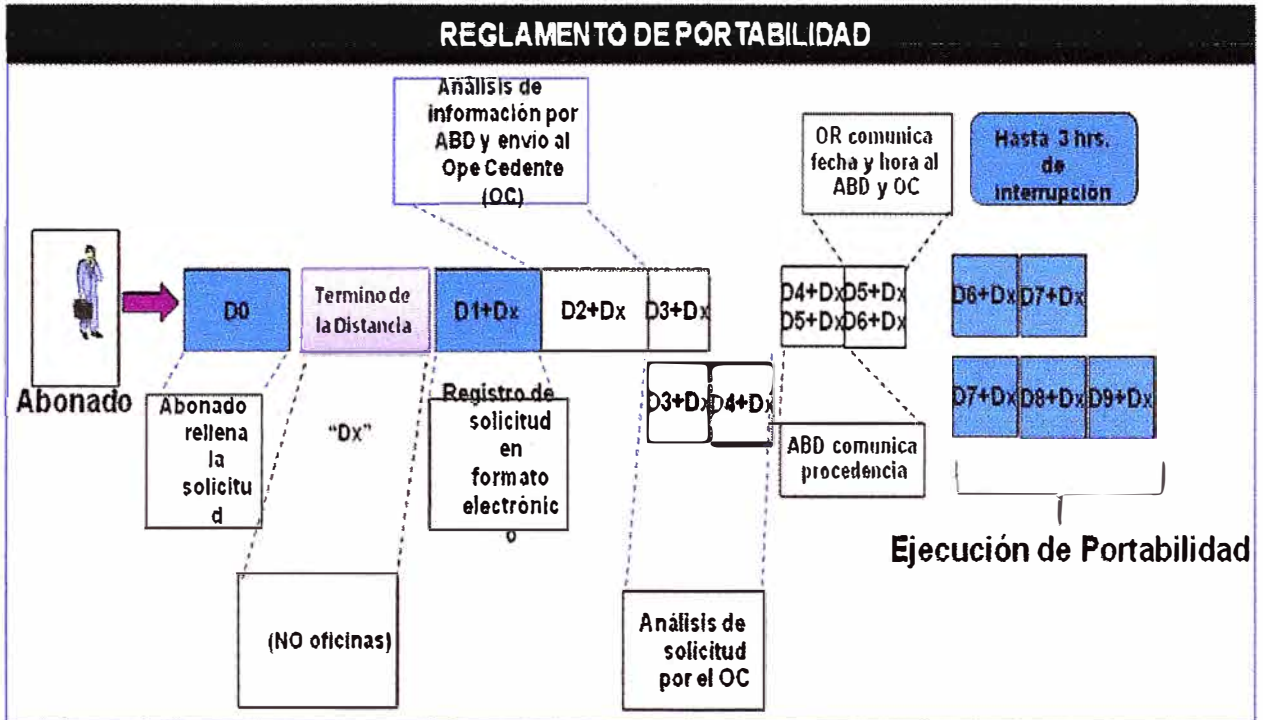


Fig. 3.4 Paso de un usuario y las operadoras realizan para aplicar al servicio de Portabilidad Numérica.

El ente normativo ha establecido que este proceso se debe realizar en siete días.

Desde el punto de vista técnico o de ingeniería, para que un usuario que aplica el servicio de Portabilidad Numérica, debe recibir una nueva SIM Card por parte de su nuevo operador, pues si bien no cambia de número (MSISDN) si cambia de datos para registrarse a la nueva red; esto se debe al IMSI cuyo rango sigue perteneciendo a cada Operador Móvil y sirve para los procesos de registración en la red GSM (Location Update).

3.4 Encaminamiento de llamadas en la red GSM antes de la Implementación.

Antes de realizar el análisis del impacto al implementar Portabilidad Numérica en la red GSM, debemos mostrar los enrutamientos de las llamadas considerando los elementos de red que tenemos en la red GSM en estudio. La figura 3.5 Muestra el flujo para llamadas salientes (originadas desde un usuario de la red hacia otro usuario de la PSTN). Observamos que el protocolo usado es ISUP.

Llamadas Salientes

Protocolo ISUP

A= Numero llamante

B= Numero llamado

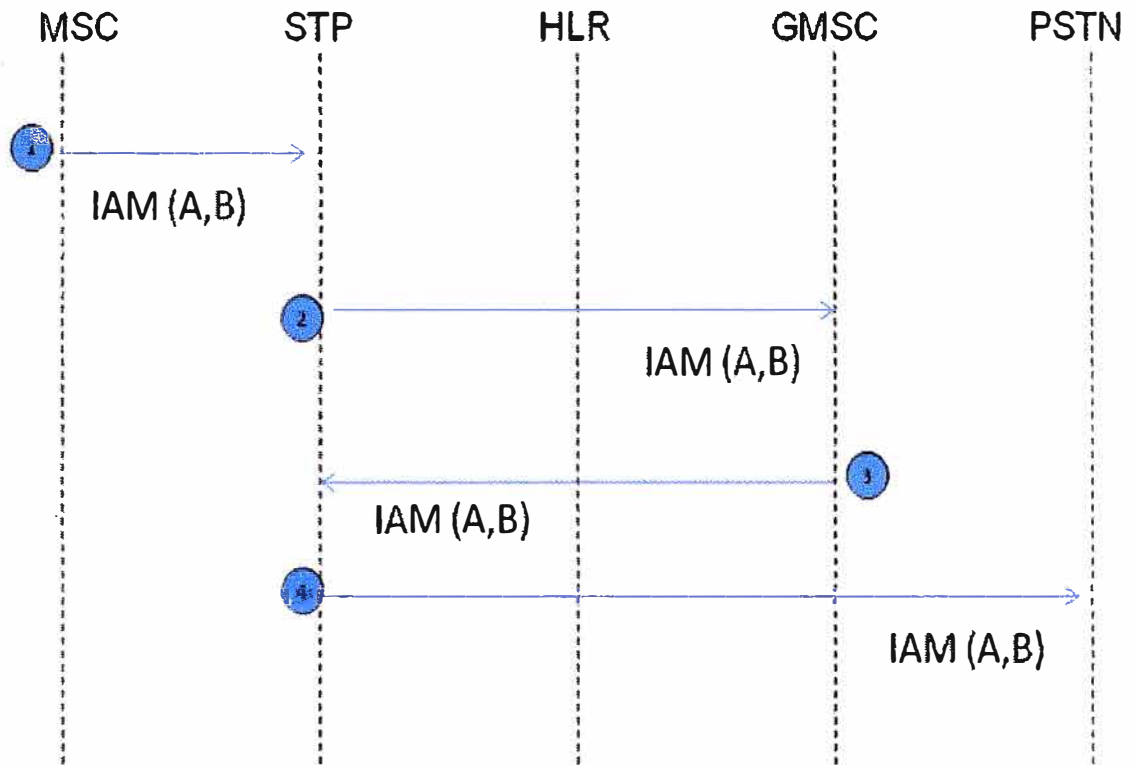


Fig. 3.5 Flujo de Llamadas Salientes

De acuerdo a lo visto en capítulo II, cuando una central de conmutación (en este caso el MSC o GMSC) envía una llamada utiliza el mensaje IAM del protocolo ISUP para realizarlo.

El mensaje IAM, indica a la central de conmutación que se quiere iniciar una llamada hacia un usuario que está en su cobertura.

Los pasos para realizar las llamadas salientes son:

- 1) El MSC recibe de un usuario el pedido de realizar la llamada, después de realizar el análisis de dígitos, envía la llamada (Protocolo ISUP) al STP.
- 2) El STP reenvía esta llamada hacia el GMSC
- 3) El GMSC realiza un tratamiento de dígitos y de acuerdo a la serie del número llamado encamina la llamada hacia el operador de la PSTN, vía STP.
- 4) El STP encamina la llamada hacia el operador de la PSTN donde pertenece el número llamado.

Notar que para encaminar las llamadas el MSC y el GMSC necesitan saber que serie de números pertenecen a cada operador de la PSTN.

Para el caso de las llamadas entrantes observamos en la figura 3.5, que aparte de utilizar el protocolo ISUP es necesario usar el protocolo MAP, de lo contrario el MSC no podrá encaminar la llamada hacia la ubicación donde se encuentra el usuario (recordar que el usuario se puede desplazar en cualquier parte de la red GSM).

El MSRN es el número que asigna el VLR para permitir al MSC ubicar al usuario cuando se necesita encontrar una ruta dentro de la red GSM para entregarle la llamada.

Llamadas Entrantes

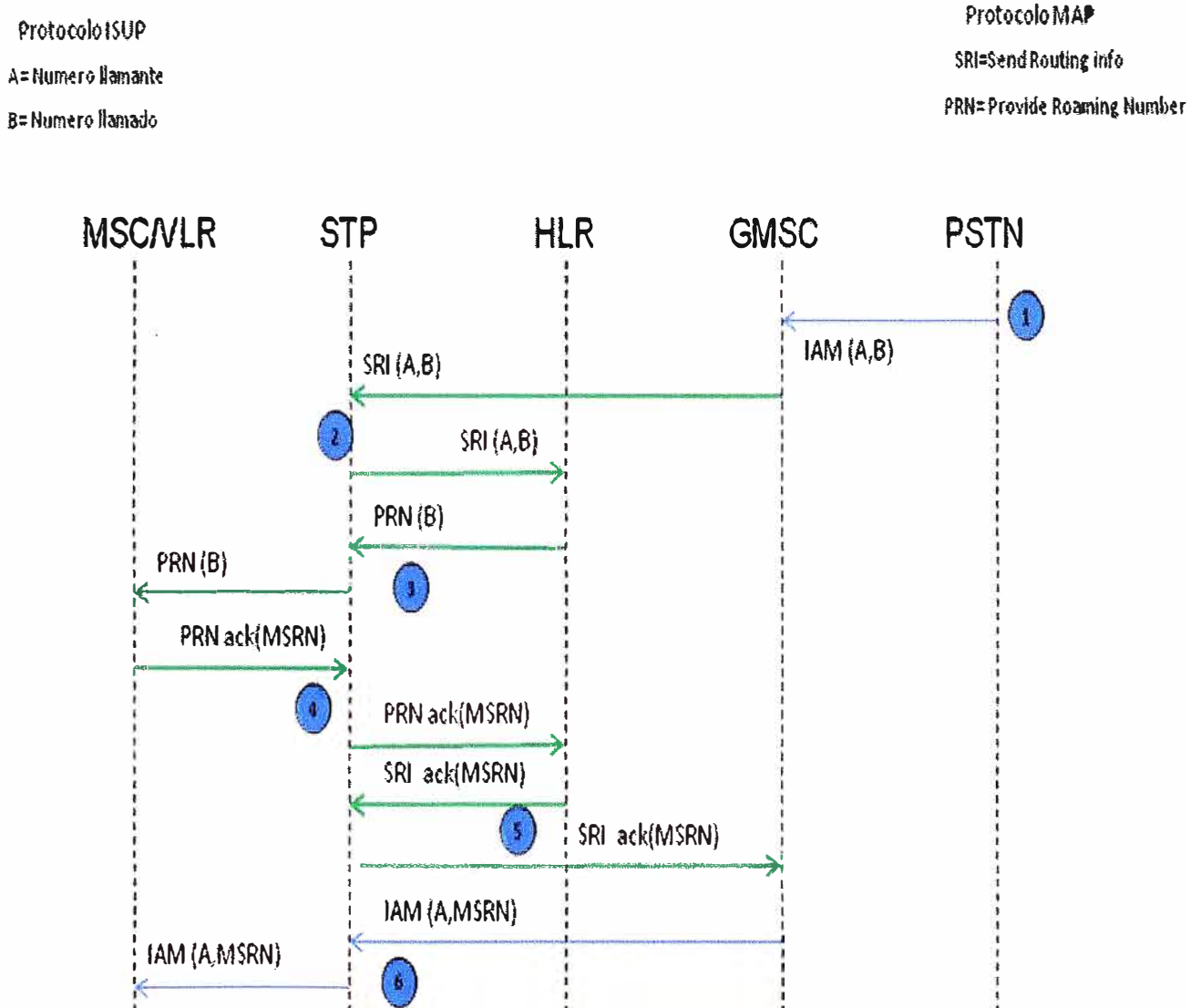


Fig. 3.6 Muestra el flujo de llamadas entrantes.

Los pasos de las llamadas entrantes son:

- 1) El GMSC recibe de la PSTN una llamada hacia la red GSM.
- 2) El GMSC envía un mensaje "Send Routing Info" al HLR para obtener información de ubicación del número llamado.
- 3) El HLR envía un mensaje "Provide Roaming Number" al VLR para obtener la ubicación dentro de la red GSM del número llamado.

- 4) El VLR responde al mensaje "Provide Roaming Number" dando el MSRN al HLR
- 5) El HLR responde el mensaje "Send Rounting Info" al GMSC con el MSRN obtenido.
- 6) El GMSC envía la llamada (IAM) al MSC, considerando como numero llamado el MSRN, luego el MSC encamina la llamada hacia la ubicación dentro de la red GSM donde está el usuario.

El MSRN (Mobile Station Roaming Number) es un número que tiene información sobre la ubicación de un usuario dentro de la red GSM en un instante de tiempo.

3.5 Análisis y Solución del Encaminamiento de Llamadas

De acuerdo a lo visto en la teoría y al diagrama de la red en donde ha de implementar la solución de Portabilidad Numérica, se establece que todas las llamadas a operadores móviles deben realizar una consulta a una Base de datos interna que contiene la información de a qué Operador Móvil pertenece el numero del usuario.

3.5.1 Solución al Encaminamiento de Llamadas

De acuerdo a lo explicado anteriormente, no hay una forma directa en la que las llamadas realicen una consulta a la Base de Datos de Portabilidad. Para realizar el enrutamiento se dispone que la solución de portabilidad realice lo siguiente:

- Se debe asociar la Base de Datos de Portabilidad a la red de señalización SS7, para ello se estas deben estar como parte asociadas al elemento de red STP.
- El MSC y el GMSC deben considerar todas las llamadas provenientes de sus usuarios o red como llamadas entrantes, esto generará que todas las llamadas salientes envíen un mensaje SRI del protocolo MAP al HLR.
- El STP, en lugar de reenviar al HLR, cada mensaje SRI será analizado y de acuerdo a la Base de Datos de portabilidad, el STP responderá al SRI con un MSRN o lo derivará al HLR (si es que el número llamado es un número perteneciente a este operador, en este caso el flujo será el normal a lo explicado anteriormente)
- La respuesta MSRN del STP al mensaje SRI, es un numero que en este caso es el mismo número llamado pero se le antepone un numero que indicará a que operador Móvil pertenece el numero llamado.
- El número antepuesto se define como Routing Number Destino (RND), cada operador tendrá un RN y dependiendo si es el origen de la llamada o destino será RNO o RND, el ente regulador definió que este número RN sea de 2 dígitos y se asigno el respectivo número a cada operador.
- El MSC recibirá un $MSRN=RND+SN$ (Subscriber Number), el SN es el numero de un usuario.

- El MSC y GMSC analizarán el RND y de acuerdo a esto encaminará al MSC del operador que le corresponde, donde insertará un numero RNO (Routing Number Origen) y el código de área, de manera que lo enviado al otro operador es:

RND+RNO+NDC+SN

Pasemos a explicar el uso del Routing Number a más detalle en la solución de Portabilidad Numérica.

3.5.2 Routing Number

El GMSC y MSC realizan un tratamiento de dígitos para poder encaminar una llamada, por eso dependían que se les configuren las series de números (MSISDN) que el ente normativo les haya asignado, con la implementación de portabilidad Numérica esto no va ser posible, para solucionar esto se ha creado el “artificio” de anteponer o insertar el Routing Number, donde cada operador tendrá un routing number designado, de esta manera el GMSC y MSC al leer el rotuing number sabrán a que operador deben encaminar la llamada.

El Routing Number (RN) es un número de 2 dígitos y el ente normativo ha dispuesto la siguiente designación para cada operador Móvil:

Nextel RN=20

Claro RN=21

Movistar RN=22

Los operadores de telefonía fija también se les asignará un RN.

Si el RN es insertado o puesto delante del número llamado, el GMSC o MSC analizarán los dos primeros dígitos y como saben que estos dos dígitos pertenecen al RN, los podrá encaminar correctamente.

Cuando un llamada es enviada a otro operador, es necesario saber que en el numero llamado se indique también el operador origen, esto con el fin de que se pueda registrar la llamada para la facturación, es por eso que se define los siguientes:

- Routing Number Destino (RND)
- Routing Number Origen (RNO)

Ambos son los mismos RN, la diferencia es que indicarán el operador origen y destino de la llamada, esto quiere decir que las llamadas entre operadores tendrán el siguiente formato:

RND+RNO+NDC+NS

Donde:

NDC: es el código de área

NS: es el número del usuario

El GMSC, para enviar una llamada pondrá en los dos primeros dígitos el RN del operador destino (RND) luego el RN del operador origen (RNO), luego el código de área y finalmente el número del usuario.

Para llamadas entrantes, el GMSC al recibir la llamada entenderá que los dos primeros dígitos deben ser su RN, los dos siguientes el RN del operador originante, luego el código de área y el número del usuario.

Se define que la interconexión entre un operador móvil y un operador de telefonía fija, cambiará solo en el formato de envío de una llamada desde un operador fijo hacia un operador móvil, el resto de formato seguirá sin variación.

En los gráficos siguientes se observa los flujos de llamadas considerando Portabilidad Numérica:

3.5.3 Flujos de llamadas después de la Implementación de Portabilidad Numérica

A) Llamadas de un usuario hacia otro usuario de la misma Operadora Móvil

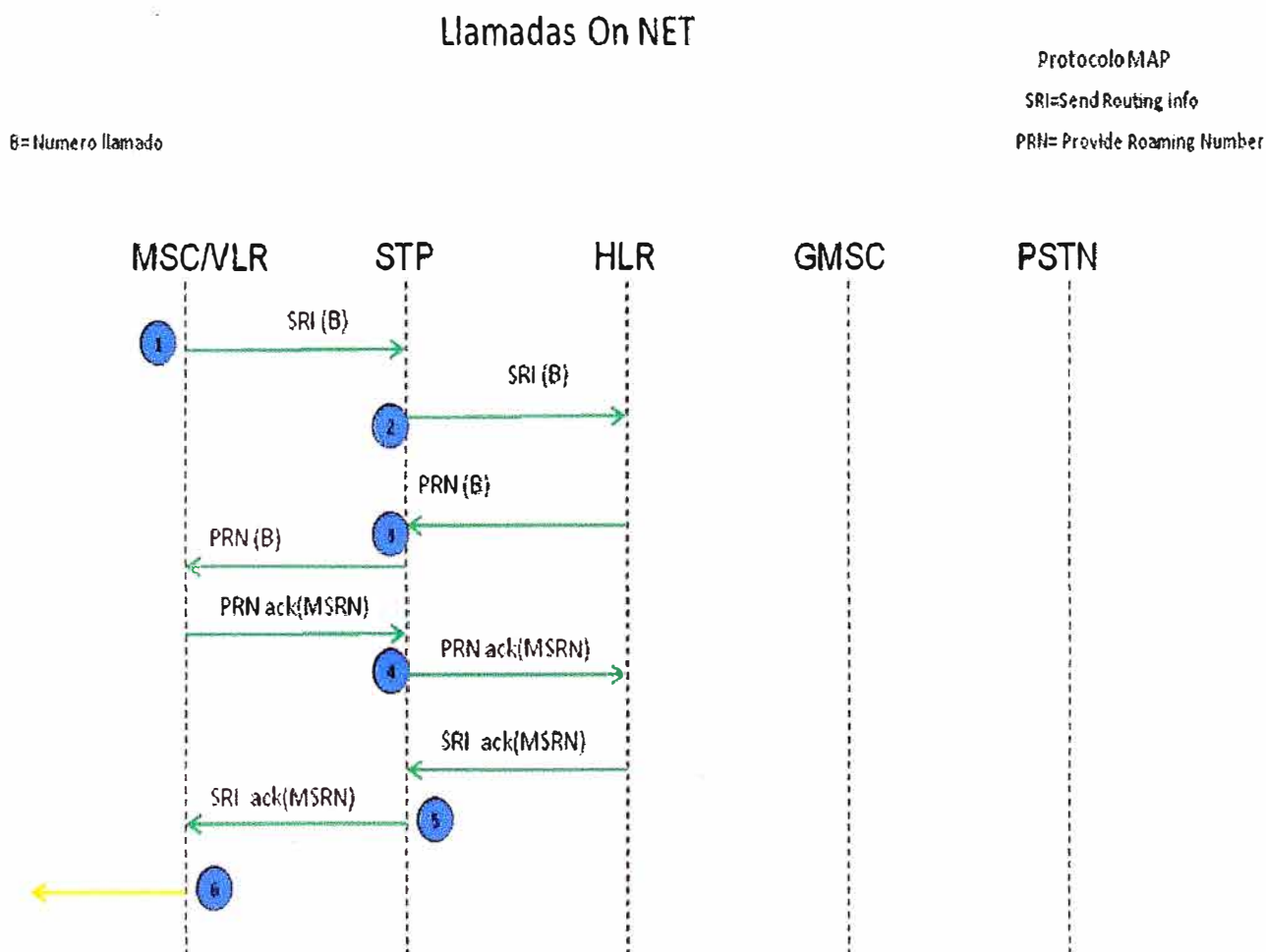


Fig. 3.7 Llamadas de un usuario hacia otro usuario de la misma red

Los pasos para realizar esta llamada teniendo en cuenta la portabilidad y las consideraciones que se deban hacer en los elementos de red son:

1. El MSC recibe un pedido de llamada de un usuario de la red, luego envía un mensaje "Send Routing Info" (SRI) dirigido al STP (en este caso no se dirige al HLR)
2. El STP analiza el numero llamado (número B) en su base de datos de portabilidad, como en este caso el numero llamado es de un usuario de la red GSM, el mensaje lo reenviará al HLR.
3. El HLR recibe el mensaje y luego envía el mensaje "Provide Roaming Number" al VLR para obtener el Roaming Number (MSRN), vía el STP.
4. El VLR responde el mensaje del HLR con el MSRN.
5. El HLR responde el mensaje SRI entregando al MSC el MSRN,
6. El MSC teniendo en cuenta el MSRN encamina la llamada dentro de la red GSM.

B) Llamadas Salientes

En la figura 3.7 se muestra el flujo de llamadas salientes que realiza un usuario de la red GSM.

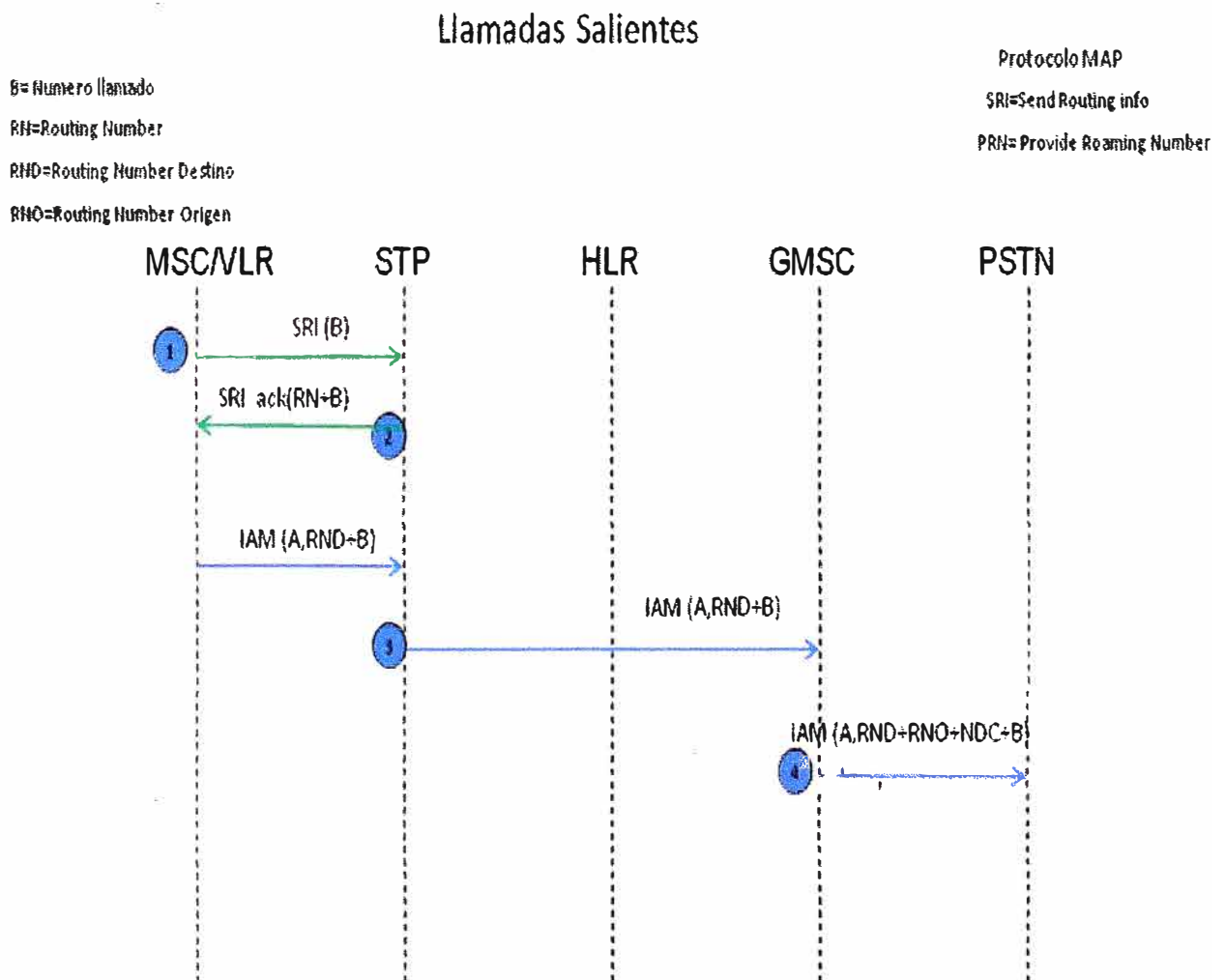


Fig. 3.8 Flujo de Llamadas Salientes con Portabilidad

Los pasos para realizar llamadas salientes a otro operador móvil son:

1. El MSC recibe un pedido de llamada de un usuario de la red, luego envía un mensaje "Send Rounting Info" (SRI) dirigido al STP (Como en el caso anterior, este mensaje no es enviado hacia el HLR).
2. El STP analiza el número llamado (número B) en su base de datos de portabilidad, al detectar que el número pertenece a otro operador móvil, el STP responde al mensaje agregando el "Routing Number destino" (RND) del operador móvil final al número llamado.
3. El MSC envía la llamada (IAM) al GMSC, vía STP, teniendo como número llamado el formato: RND+B.
4. El GMSC recibe la llamada y la encamina al operador móvil final de acuerdo al RND; al enviar la llamada, el GMSC inserta el Routing Number Origen y el código de área y así se la manda al otro operador. El formato queda: RND+RNO+NDC+SN.

C) Llamadas Entrantes

Como se ha visto en la implementación de Portabilidad Numérica, se debe agregar una característica al elemento de red para que pueda interceptar los mensajes de señalización e integrar la Base de Datos de Portabilidad a la Señalización.

En la figura siguiente muestra el flujo de una llamada entrante de otro operador, nótese que la diferencia con el flujo estándar es en el formato del numero llamado y el proceso que realiza el STP, donde se tiene alojada la Base de Datos de Portabilidad.

Los pasos (fig. 3.8) para realizar llamadas entrantes desde otro operador móvil son:

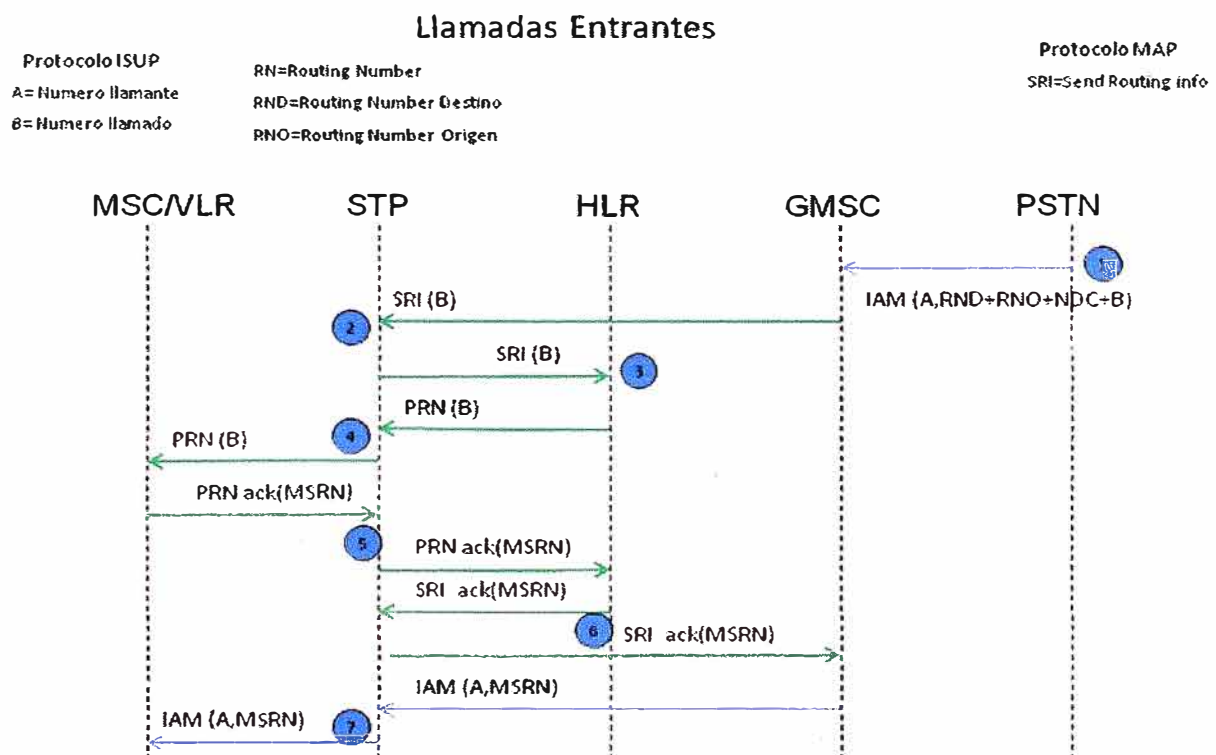


Fig. 3.9 Flujo de llamadas entrantes con Portabilidad

1. El GMSC recibe la llamada desde un operador de la PSTN, con el siguiente formato RND+RNO+NDC+B.
2. El GMSC envía un mensaje SRI al STP.
3. El STP analiza si el numero B pertenece a un usuario de la red GSM, si es así reenvía el mensaje SRI al HLR.
4. El HLR, al recibir el mensaje SRI envía un mensaje PRN al VLR, vía STP, para obtener la información de ubicación del usuario llamado.
5. El VLR responde al mensaje PRN del HLR con el MSRN.
6. El HLR responde al mensaje SRI del GMSC con el MSRN.
7. El GMSC envía la llamada hacia el MSC teniendo como numero llamado al MSRN, luego el MSC con la información del MSRN, envía la llamada a la ubicación del usuario

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DE PORTABILIDAD NUMÉRICA

En este capítulo se explica el plan de de implementación con sus respectivas fases que se realizo para implementar la Portabilidad numérica, en la primera parte se indica el plan del ente normativo, en la segunda el plan de la red GSM y finalmente se incluye los costos que se debe considerar al implementar la Portabilidad Numérica.

4.1 Plan de Implementación del Ente Normativo

El ente normativo ha establecido un plan y un cronograma que debe ser seguido por los operadores móviles, tal como se muestra en la figura 4.1, la Portabilidad Numérica entró en vigencia el 1 de Enero del 2010.

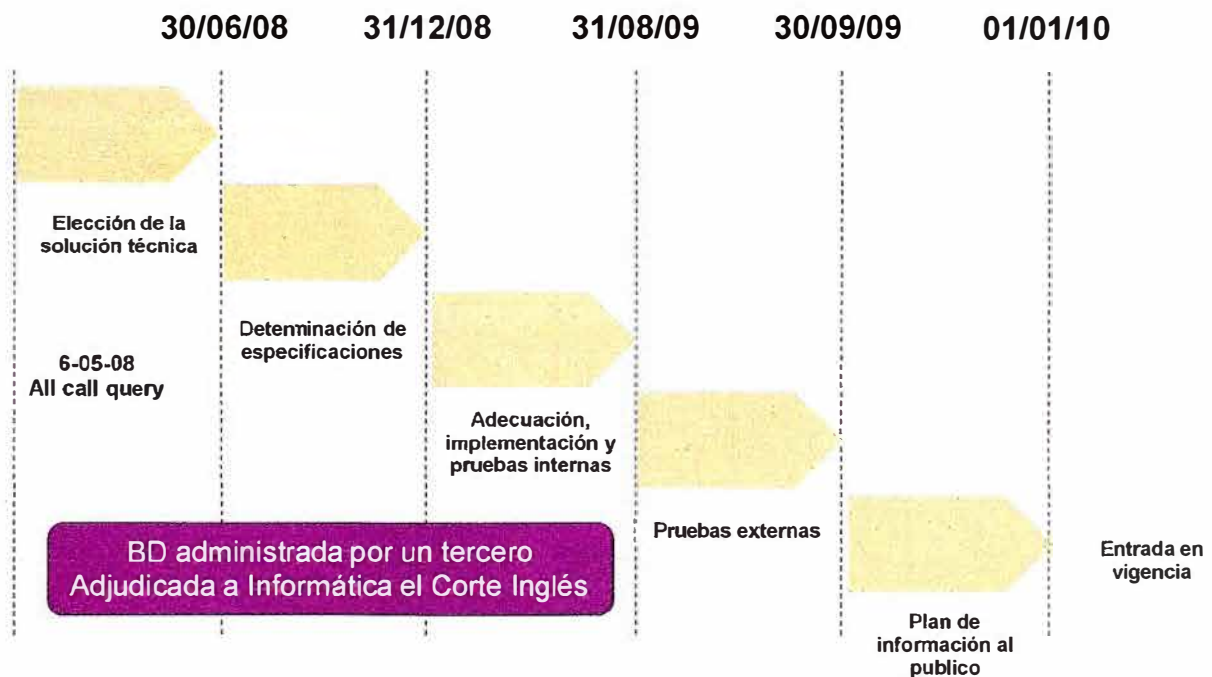


Figura 4.1 Cronología de la implementación de Portabilidad Numérica (Fuente: MTC).

En la figura 4.1 se establece las siguientes fases:

- Elección de la solución técnica
- Determinación de especificaciones
- Adecuación, implementación y pruebas internas
- Pruebas Externas
- Plan de información al público

- **Entrada en Vigencia**

Para nuestro fin la fase de “Elección de la solución técnica” y “determinación de especificaciones” son fases previas a la implementación de la Portabilidad Numérica y fue determinado por el ente normativo y los operadores móviles.

La fase “Adecuación, implementación y pruebas internas” es la fase en la cual se realiza el análisis le implementación de Portabilidad Numérica de Ingeniería de acuerdo a los requerimientos comerciales, de costo y técnicos del operador móvil.

En la fase de “Pruebas Externas”, los operadores móviles harán pruebas comunes para probar si la Portabilidad Numérica funciona correctamente o se deba realizar correcciones.

La fase “Plan de información al público” es en la cual todos los operadores móviles y el ente normativo informan a todos los usuarios sobre la Portabilidad Numérica.

La fase “Entrada en Vigencia” es la parte donde los usuarios ya pueden acceder a la Potabilidad Numérica.

4.2 Plan de Implementación de la Portabilidad Numérica en la red GSM

Para la implementación de Portabilidad Numérica hemos establecido el siguiente plan interno que esta de acuerdo con los tiempos establecido por el ente normativo.

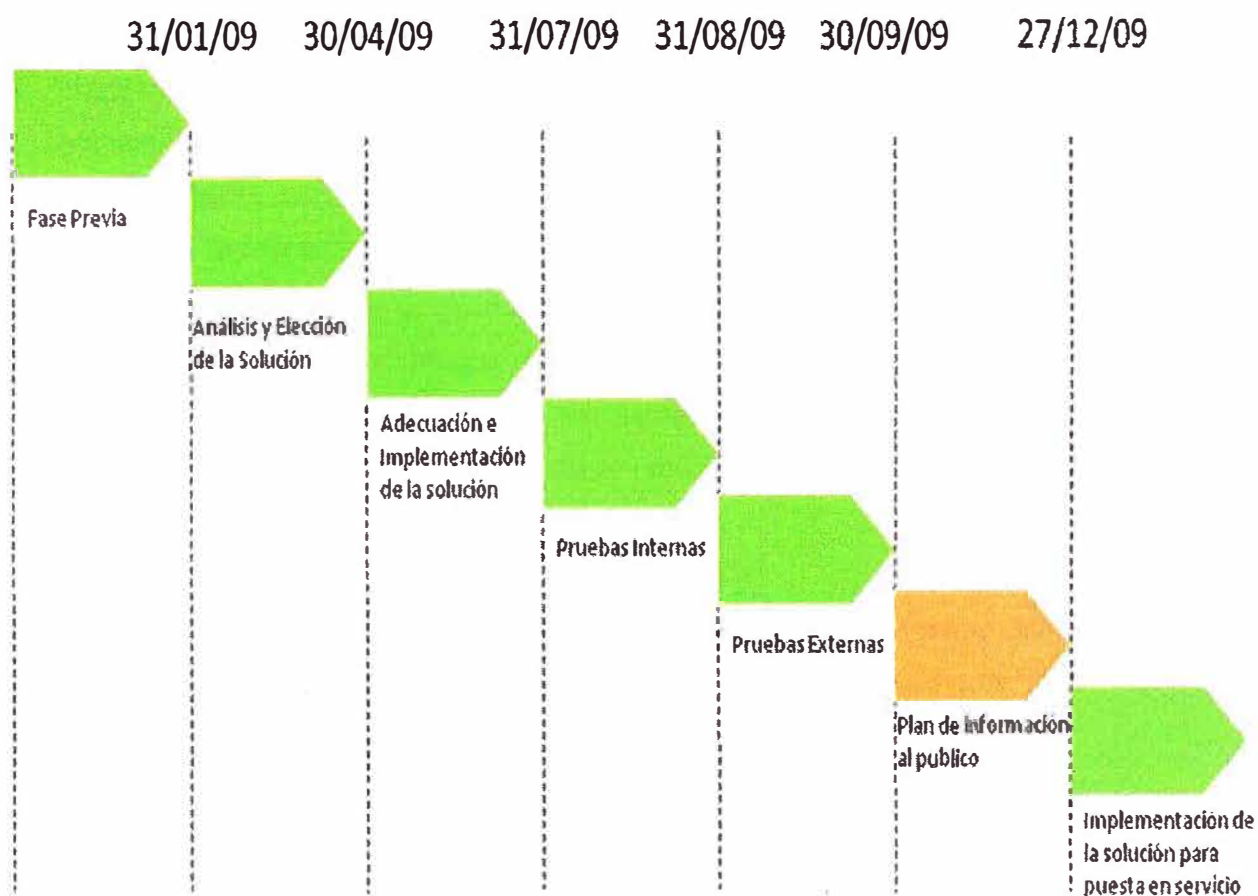


Fig. 4.2 Plan de Implementación de Portabilidad Numérica en la red GSM

4.2.1 Fase Previa

En esta fase se reúne las necesidades comerciales y técnicas del operador, entre las necesidades comerciales es necesario adecuarse a la forma en que un usuario aplicará el servicio de Portabilidad Numérica para que se analice los impactos que traerá en las áreas de finanzas, comercial e IT (Tecnología de Información).

En esta fase se está considerando como dato la técnica de implementación All Call Query. Adicionalmente se establece la comunicación directa con los otros operadores para establecer los temas de interconexión de llamadas.

4.2.2 Análisis y Elección de la Solución

En esta fase se realiza el análisis técnico de acuerdo a los datos obtenidos en la fase previa, de acuerdo a lo visto en el capítulo anterior, para soportar Portabilidad Numérica necesitamos implementar:

- Una base de Datos Interna (Que estará sincronizada con la Base de Datos Centralizada)
- Nuevas características en el STP para realizar consultas de portabilidad y enrutamientos de la llamada al operador móvil correcto.
- En la elección de la solución se considera lo más conveniente a la red GSM, por esta razón se escoge la solución que propone el fabricante del STP por estas razones:
- Implementa un hardware y software en el STP y no como si fuera un elemento de red adicional
- No se necesita establecer nuevos enlaces de señalización con otros elementos de red porque ya los tiene establecido.
- No se necesita realizar la instalación de un nuevo equipo en la sala de equipos, por tanto no se incurren en trabajos de instalación, de electrificación y de cableados.

En el análisis de enrutamiento de las llamadas se ha encontrado que el STP es el principal elemento dentro del proceso de encaminar las llamadas, por lo que se requiere alta confiabilidad en este elemento de red.

4.2.3 Adecuación e implementación de la Solución

En la adecuación e implementación debemos considerar como se implementa el sistema de aprovisionamiento, la base de datos interna y las configuraciones necesarias en los elementos de red.

A) Base de Datos Interna y Aprovisionamiento de Portabilidad Numérica

Como se ha visto en el capítulo anterior, para que las llamadas progresen adecuadamente se debe realizar la consulta a la Base de Datos de Portabilidad que el operador tiene sincronizada con la Base de Datos Centralizada. Por motivos comerciales

y de aprovisionamiento esta Base de Datos interna debe ubicarse en el área de IT. Para proveer adecuadamente el aprovisionamiento de los usuarios implementamos el siguiente esquema:

1. Capa de Base de Datos Centralizada
2. Capa de Aprovisionamiento
3. Capa de Proceso de Encaminamiento
4. Capa de Proceso de Servicios

En la figura 4.3 se muestra la estructura implementada para soportar el aprovisionamiento de un usuario en un operador móvil considerando la Portabilidad Numérica.

A.1 Capa De Base de Datos Centralizada.

En este nivel o capa está la Base de Datos Centralizada con todos los datos actualizado de los usuarios de los todos los operadores móviles.

A.2 Capa de Aprovisionamiento.

En este nivel o capa los operadores móviles realizarán los cambios de aprovisionamiento de un usuario o de cambios de operador móvil. En esta capa se interactúa con la Base de Datos Centralizada y con la Base de Datos Interna.

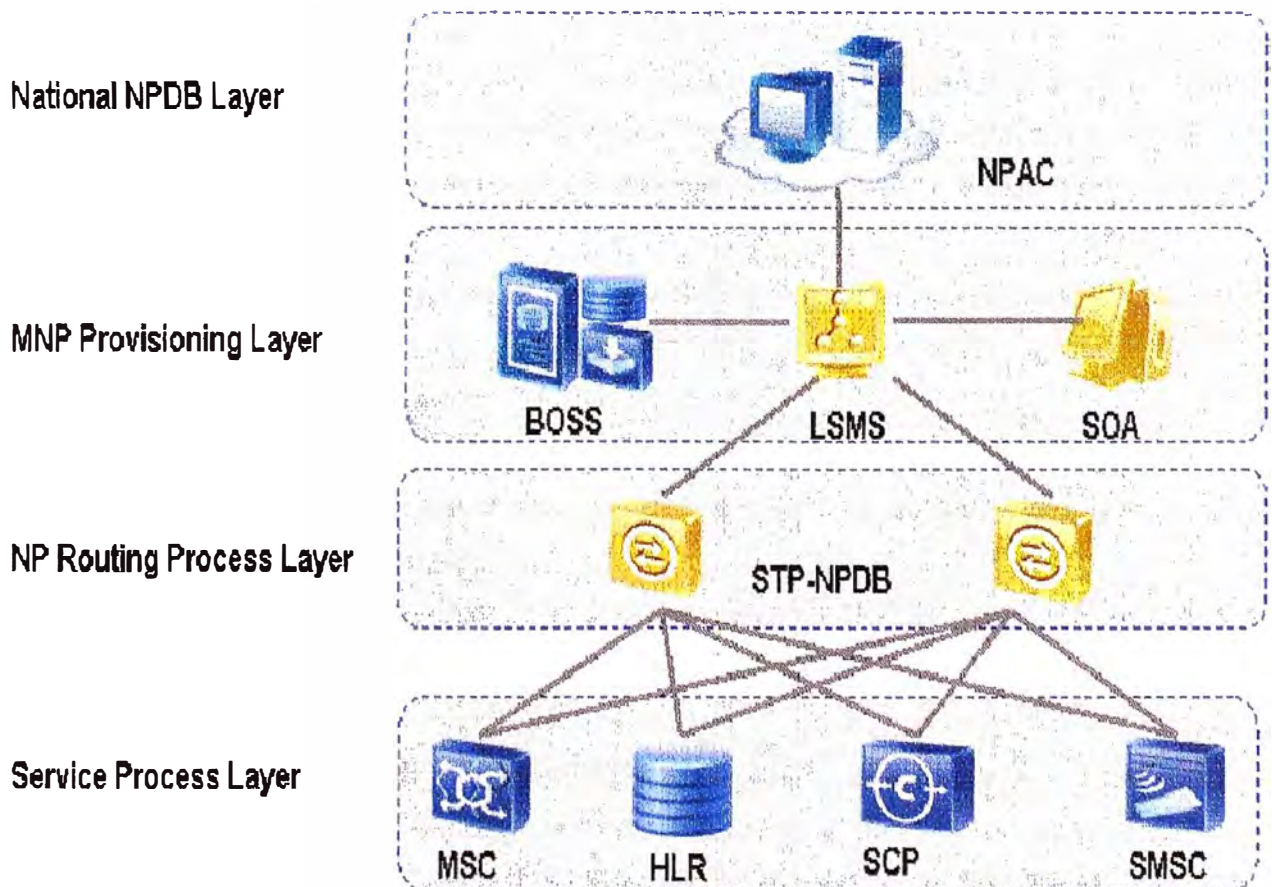


Fig. 4.3 Esquema del sistema de portabilidad en el operador móvil (fuente: fabricante del STP)

A.3 Capa de Proceso de Encaminamiento

En este nivel o capa se realiza el encaminamiento de acuerdo al servicio solicitado (llamadas)

A.4 Capa de Proceso de Servicio

En este nivel o capa se encuentran los elementos de red, que en nuestro caso realizan el proceso de llamadas.

De esta manera la Base de Datos Centralizada actualiza a la Base de Datos Interna y esta a su vez a cada elemento de IT (aprovisionamiento) y a la Base de Datos integrada al STP.

B) Implementación de Portabilidad en la red GSM en estudio.

Tal como se ha visto para realizar la solución al problema de enrutamiento de llamadas que al implementar Portabilidad Numérica conlleva, es necesario que el STP tenga dos nuevas características:

- Soporte la Base de Datos de Portabilidad actualizada
- Realice el tratamiento de los mensajes SRI y las responda con el MSRN correspondiente.

Para implementar esto el fabricante del STP ha preparado un modulo el cual le dará estas características al STP.

Este modulo se ha integrado dentro del Hardware del STP y no se necesita realizar trabajos de interconexión con otros elementos de red. Adicionalmente el fabricante del STP ha dispuesto que ese modulo adicionalmente soporte las características del aprovisionamiento.

Se debe señalar que las consultas de Base de Datos de Portabilidad son para indicar si un número fue portado o no o de manera más completa indica a que operador pertenece actualmente el número.

C) Configuraciones en los elementos de red

Para esta fase, se realiza estas configuraciones solo para un grupo de números que son utilizados para realizar pruebas.

No se configura para todos los números de los usuarios debido a que esto afectaría a la forma en la que actualmente se encaminan las llamadas.

C.1 MSC

- Se configura para que todas las llamadas a móviles que se originen en la red se han tratadas como si fueran llamadas a otro usuario de la red (mismo operador). Esto quiere decir que el MSC envía mensajes SRI para todas las llamadas que llegan desde diferentes orígenes.
- Se encamina el SRI al STP, quien se hará pasar como el HLR

- Se configura para que cuando reciba como respuesta en el campo MSRN el numero llamado antepuesto por el RND (RND+SN), envíe un IAM al GMSC para luego enviar este IAM al operador móvil destino.

C.2 STP

Se recibe el SRI y analiza el número llamado:

- Si el número llamado pertenece a la red, se envía al HLR sin modificación
- Si el número llamado no pertenece a la red, el STP responde el SRI colocando en el campo MSRN el número llamado anteponiendo el RND del operador Móvil destino.

C.3 GMSC

- Cuando recibe un IAM del MSC este envía el IAM a la central correspondiente del operador móvil destino adicionando el RNO entre el RND y NS (RNO+RND+SN).
- Cuando recibe un IAM de la PSTN este genera un SRI por el numero llamado, este SRI es enviado al STP que determinará si el numero pertenece a la red del operador móvil.

4.2.4 Pruebas Internas

Realizado las configuraciones y antes de entrar a la fase de pruebas de llamadas con los otros operadores, realizamos las pruebas internas que permitan corroborar si lo configurado en cada elemento de red involucrado hará lo indicado para soportar la Portabilidad Numérica. Para estas pruebas se utilizan los números en los que se ha configurado la solución de portabilidad de la fase anterior; en las pruebas internas se realiza lo siguiente:

- Llamadas desde un número de la red GSM hacia otro numero de la misma red, en esta corroboramos si la forma de llamada y el formato enviado en cada elemento de red involucrado son los esperados.
- Llamadas de pruebas para verificar si con los registros de las llamadas de pruebas se puede obtener los datos de facturación.

4.2.5 Pruebas Externas

En esta fase por acuerdo entre el ente normativo y cada operador estableció realizar pruebas comunes, para establecer si la interconexión con el nuevo formato es la adecuada. Estas pruebas se realizan entre dos operadores, estableciéndose un cronograma para estas pruebas. También se incluyen las pruebas con los operadores de telefonía fija y los portadores de las llamadas de larga distancia. En estas pruebas realizamos lo siguiente:

- Llamadas salientes desde un número de la red GSM hacia otro numero de otro operador, donde se corrobora la forma envío y el formato recibido.

- Llamadas entrantes desde un número de un operador móvil hacia un número de la red GSM en estudio.
- Se hacen pruebas de Portabilidad Numérica cediendo a cada operador sus números de pruebas para que esto pertenezcan a la red del otro operador.
- Se realizan pruebas de llamadas con los operadores de telefonía fija y con los portadores de las llamadas de larga distancia.

Como ejemplo mostramos lo esperado de estas pruebas:

La red GSM en estudio con número de pruebas 997215293 y RN=21 y la red de Movistar con número 991133502 y RN=22

Para una llamada saliente, en el GMSC obtenemos el siguiente formato enviado al GMSC de Movistar:

Hora de la llamada	Numero llamante	Numero llamado
15:35	1997215293	22211991133502

Para un llamada entrante, de Movistar hacia nuestra red GSM se obtiene el siguiente formato:

Hora de la llamada	Numero llamante	Numero llamado
15:38	1991133502	21221997215203

Si las pruebas fueran con un operador de telefonía fija como Americatel con número de prueba 7150531 y RN=37, se obtiene en el GMSC:

Llamadas salientes:

Hora de la llamada	Numero llamante	Numero llamado
15:38	1997215203	17150531

Llamadas entrantes:

Hora de la llamada	Numero llamante	Numero llamado
15:38	17150531	20371997215203

En las llamadas hacia operadores de telefonía fija, el formato de envío no cambia ya que la Portabilidad Numérica implementada es para telefonía móvil.

4.2.6 Plan de información al público.

En esta fase se el operador realiza un campaña de información sobre la Portabilidad Numérica con el fin de poder informar y aprovechar la oportunidad de ganar clientes de otros operadores móviles.

4.2.7 Puesta en servicio de la Portabilidad Numérica.

En esta fase se implementa las configuraciones realizadas en la fase de “adecuación e implementación” para todos los números del operador móvil.

Por acuerdo del ente normativo y todos los operadores móviles se determina realizar esta fase en el día 27 de diciembre del 2009, de 00:00 hasta las 6:00am

Esta fase es la más crítica, porque se dispone de poco tiempo para realizar las configuraciones en cada elemento de red involucrado y compromete toda el proceso de las llamadas.

En esta fase se realiza:

- Se implementa las configuraciones en los elementos de red MSC, GMSC y STP
- Se realizan pruebas para verificar el servicio.
- Se coordinan con los otros operadores si los formatos de llamadas son los esperado
- Se informan al ente normativo y regulador sobre el paso a paso del proceso de puesta en servicio
- Se verifican los servicios de llamadas de larga distancia.
- Se verifica los servicios de Roaming Internacional
- Se espera el visto bueno del ente normativo y de cada operador para considerar la implementación como exitosa.

4.3 Costos asociados a la Implementación

La implementación de la Portabilidad Numérica debe estar orientada a costos, dado que no se justifica considerar un margen adicional o utilidad asociada a esta, es decir no constituye una línea de negocio.

Su implementación conlleva a una serie de costos administrativos y operativos, generados por el enrutamiento de las llamadas desde y hacia números portados.

Estos costos pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Costos de Red, asociados a modificaciones en centrales y mantenimiento.
- Costos de Operaciones.
- Cotos de venta, marketing, publicidad, información sobre los nuevos servicios.

- Costos Administrativos en los operadores.
- Costos de administración de la base de numeración.
- Costos para generar controles y auditar sobre los niveles de servicio ofrecidos a los usuarios y entre operadores (tanto para los operadores, como para la administración).

Es importante considerar una metodología para la recuperación de los costos de la implementación de la portabilidad numérica.

Dicha metodología debería considerar los costos incrementales como determinantes del grado de expansión de la red sobre la cual se desarrollará la portabilidad numérica.

Asimismo, se debe tener cuenta los siguientes principios:

Minimización de costos

Cuando todos los operadores y usuarios tienen incentivos para minimizar costos; en los usuarios las tarifas.

Distribución de beneficios

Cuando los esquemas de recuperación de costos no descuidan las externalidades fundamentales.

Competencia efectiva

Cuando los costos de conmutación de operadores no son fijados altos indebidamente y un operador no tiene la habilidad de elevar los costos del otro operador.

Reciprocidad y simetría

Si los entrantes proveen de la Red de Portabilidad Numérica a sus suscriptores, deberían tener la oportunidad de recuperar sus costos de una manera simétrica y recíproca de parte de clientes y operadores.

Practicabilidad

La recuperación de los costos incurridos puede ser sencilla si la base contable para la Portabilidad Numérica es la misma que la utilizada en los cargos de interconexión.

Los costos incurridos para realizar la implementación son:

- Costos de Red, asociados a modificaciones en el MSC.
- Costos de Operaciones.
- Costo de la adquisición del modulo de portabilidad para el STP
- Costos para realizar el sistema de aprovisionamiento
- Costo de la conexión IP con la Base de Datos Centralizada

Los costos asociados a la implementación en la parte no técnica de la red GSM son:

- Costos de venta, marketing, publicidad, información sobre los nuevos servicios.
- Costos Administrativos en los operadores.
- Costos de administración de la base de numeración.

- Costos para generar controles y auditar sobre los niveles de servicio ofrecidos a los usuarios y entre operadores (tanto para los operadores, como para la administración).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Portabilidad Numérica es un servicio que trae muchos beneficios para los usuarios y presenta nuevas oportunidades para los Operadores Móviles.

Entre los principales beneficios de la Portabilidad Numérica tenemos:

El usuario deja de considerar cualquier elemento distinto a calidad, condiciones tarifarias y cobertura en su análisis para contratar un servicio de telecomunicaciones.

El suscriptor o usuario deja de considerar costos en que incurre al tener que informar a sus familiares, amigos o clientes de su nuevo número telefónico.

El mercado potencial de un nuevo prestador de servicios de telecomunicaciones entrante no se encuentre limitado a aquellos usuarios que van a contratar por primera vez el número telefónico.

Se fomente una competencia más equitativa entre los proveedores de servicios de telecomunicaciones, lo que a su vez se traduce en mejores tarifas, impulso a la diversidad de servicios

Constituye un factor esencial que contribuye al desarrollo de la competencia de los servicios de telecomunicaciones y permite la utilización eficiente de la numeración.

Beneficia a los operadores, al permitirles contar con una nueva facilidad para atraer clientes, pudiendo ofrecer ofertas completas y múltiples; y a los usuarios, al permitirles decidir -sin restricciones- por la opción más conveniente.

Este ha sido el primer proyecto que se ha realizado en coordinación con el ente normativo y todos los operadores móviles de manera exitosa. Por lo siguiente:

La implementación de Portabilidad Numérica fue exitosa porque en cada paso o proceso se ha cumplido en los tiempos establecidos.

Gracias a esta implementación se ha establecido un forma de trabajo entre los operadores y el ente normativo para nuevos proyectos, tales como “Área Virtual Móvil” y “Llamada por Llamada”.

La experiencia obtenida garantizará el éxito de futuros proyectos de este nivel.

El servicio de Roaming Internacional para que usuarios están haciendo uso de nuestra red en estudio, quedo operativo sin ser afectado por la implementación pues las medidas tomadas evitan que afecten a este servicio.

Se ha explicado que la técnica más apropiada para implementar Portabilidad Numérica es "All Call Query" debido a que se hace un mejor uso de la disponibilidad y procesos en la red.

Se ha creado el artificio de utilizar "Routing Number" para que cada GMSC y MSC sepa como encaminar cada llamada.

Tal como se ha mostrado en este documento, para resolver el problema, al implementar Portabilidad Numérica, de encaminar correctamente las llamadas hacia usuarios de los operadores móviles, se ha tenido que revisar la señalización en su diseño para luego obtener una estrategia que permita el enrutamiento; se ha realizado modificaciones y aprovechado algunas características en la señalización SS7.

ANEXO A
GLOSARIO DE TÉRMINOS

GMSC: Gateway Mobile Switch Center

Es la central de conmutación que se conecta con otros MSC de la PSTN

HLR: Home Local Register

Contiene información de aprovisionamiento de los usuarios de la red GSM

IAM: Initial Address Message

Mensaje enviado para informar a una central, que la llamada ha de ser establecida.

IMSI: International Mobile Subscriber

Es un código de identificación único para cada dispositivo de telefonía móvil, integrado en la tarjeta SIM, que permite su identificación a través de las redes GSM y UMTS.

ISUP: ISDN User Part

Protocolo de circuitos conmutados, usado para configurar, manejar y gestionar llamadas de voz y datos sobre PSTN.

MAP: Mobile Application Part

Protocolo para dar servicios de telefonía, SMS, etc. En una red GSM o UMTS.

MSC: Mobile Switch Center

Central de conmutación de una red GSM o UMTS y donde están inscritos los usuarios de la red

MSIDN Mobile Station Integrated Services Digital Network

Hace referencia al Número de Usuario en una red móvil.

MSRN Mobile Station Roaming Number

Está definido en el estándar E.164; es usado para encaminar llamadas en una red móvil, dando información al MSC sobre la ubicación de un usuario en un intervalo de tiempo

NDC: National Destination Code

Código de área.

PRN: (Provide Roaming Number) Mensaje del protocolo MAP, sirve para obtener del VLR el MSRN

PSTN: Public Switched Telephone Network

Es la red donde se unen todos los operadores de telefonía (fijo y móviles).

SIM: Subscriber Identity Module

Tarjetas inteligentes que almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red GSM, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

SN: Subscriber Number

Número telefónico de un usuario.

SRI: Send Routing Information

Mensaje del protocolo MAP, sirve para solicitar información de encaminamiento para una llamada hacia usuario.

VLR: Visitor Local Register

Contiene información de los usuarios que están activos en el MSC.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Siegmund M. Redl, Matthias K. Weber, Malcolm W. Oliphant: "An Introduction to GSM", Artech House, March 1995
- [2] Ministerio de Transporte y Comunicaciones "Estudio Relacionado con la Implementación de la Portabilidad Numérica" www.mtc.gob.pe
- [3] Lee Dryburgh and Jeff Hewett "Signaling System No. 7", Agosto 2004
- [4] <http://www.informit.com/store/product.aspx?isbn=9781587050404>
- [5] SS7 Protocol suite, <http://www.protocols.com/pbook/ss7.htm>
- [6] Portabilidad Numérica en Ecuador, <http://www.slideshare.net/jbossio/portabilidad-numrica-en-ecuador-presentation>
- [7] Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT). "Tendencias en las reformas de telecomunicaciones 2000-2001. Tercera Edición. 2001.
- [8] Recomendaciones UIT – Sector Normalización de las telecomunicaciones.
- [9] MAP, www.3gpp2.org/public_html/.../X.S0004-520-E_v2.0_070723.pdf
- [10] SS7 Training, <http://ss7.net/ss7-sigtran-training.html>