

OPTIMIZACIÓN DEL PLAN BÁSICO DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN EN LA RED PÚBLICA DE TRANSMISIÓN DE DATOS DE VENEZUELA

FRANKLIN PLANCHART^{1,2,3}

¹Telecom Venezuela. e-mail: fplanchart@telecom.gob.ve

²Universidad Central de Venezuela. e-mail: Franklin.planchart@gmail.com

³Universidad Católica Andrés Bello. e-mail: Franklin.planchart@gmail.com

Recibido: agosto de 2007

Recibido en forma final revisado: febrero de 2008

RESUMEN

En la actualidad debatir sobre el control político de los recursos numéricos es un hecho cotidiano. Este control se hace en función de la numeración IP y los nombres de Dominio. Protocolos como el Mapa de Numeración Telefónica RFC 2916 (ENUM), cuyo objetivo es separar la estructura telefónica del esquema de control actual mediante la integración de las redes Protocolo de Internet (IP) y la Telefónica Pública Conmutada PSTN, basada en formato de numeración E.164, no han podido ser implementados debido a la restricción de otorgar una raíz de nivel cero por parte de la Corporación para la Asignación de Nombres y Números de Internet (ICANN), para la creación del dominio *E164.arpa*, paralelo a *in-adr.arpa* (raíz del dominio actual). La solución propuesta en este documento ha sido la de recomendar la creación de un plan de numeración mundial basado en *IPv6* tal que introduzca el concepto de nacionalidad en el formato *IPv6*. Igualmente se ha sugerido la creación de un sistema de nombres basado en el código de país, que permita direccionar y consultar los Sistema de Nombres de Dominio (DNS) de los países, a nivel de telefonía, sin tener que ir a un sistema de raíz controlado por una nación en particular. Es decir, se propone como solución una partición del DNS. La alternativa analizada integra el protocolo ENUM, la portabilidad y la movilidad a través de la conexión de la PSTN con la Red *IPv6*. El escenario de la introducción de *IPv6* se da como una solución para poder introducir el Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal (UMTS), en forma masiva y sacar el máximo provecho a la plataforma de Línea de Suscriptor Digital Genérico (xDSL). La idea es de eliminar la Traslación de Dirección de Red (NAT), en forma definitiva a través de la sustitución del plan de numeración actual, basado en *IPv4*.

Palabras clave: ENUM, VoIP, Plan de Numeración e Integración de Redes, Internet.

OPTIMIZATION OF THE BASIC PLAN OF NUMERATION AND IDENTIFICATION IN THE PUBLIC NETWORK OF DATA TRANSMISSION OF VENEZUELA

ABSTRACT

An issue of current interest is that of control over systems of enumeration. Such control concerns Internet Protocol (IP) numbers and domain names. Protocols such as Electronic Number Mapping, RFC 2916 (ENUM), aimed at separating the current telephone structure control scheme through the integration of IP networks and the Public Switching Telephone Network (PSTN), based on the format of *E.164* numbering, has not been implemented due to restrictions in granting one root of level zero by the Internet Corporation for the Assignment of Names and Numbers (ICANN), for the creation of the *e164.arpa* domain, parallel to *in-adr.arpa* (root of the present dominion). The solution put forward here has been to recommend the creation of the plan for world-wide numeration based on *IPv6* that introduces the concept of nationality in the *IPv6* format. We also suggest the creation of one system of names based on national codes that would allow us to address and consult the Domain Name System (DNS) of countries (at the level of telephone services) without having to go for a root system controlled by any one nation. That is to say, we propose a division of the DNS. This alternative combines the ENUM protocol, portability and mobility through the connection between the PSTN with the *IPv6* Network. The

introduction of IPv6 allows us to introduce the Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), on a large scale and to benefit from the x Digital Subscriber Line (xDSL) platform. The idea is to eliminate the Network Address Translation (NAT), through the substitution of the current numeration plan based on *IPv4*.

Keywords: ENUM, VoIP, Numbering Plan and Network Integration, Internet.

INTRODUCCIÓN

El proceso de integración de las redes de transmisión de datos y los servicios de Telecomunicaciones requieren de grandes cambios en las estructuras y planes básicos referidos a la Numeración y la Identificación de usuarios y equipos terminales conectados a la red. Desde un esquema basado en números, hoy se presenta una fuerte evolución a un mundo mixto: números y nombres. Dos filosofías totalmente diferentes que requieren tratamientos diferentes orientados a una convergencia marcada por el mundo IP. Es así como han surgido grandes debates, de los cuales los más destacados son los suscitados entre la Corporación para la Asignación de Nombres y Números en Internet (ICANN), y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T). Dado que la numeración es un recurso estratégico y a la vez escaso, se requiere de una Política Nacional y de Normas Internacionales en este aspecto, lo que a la vez requiere de investigaciones en lo referente al proceso de integración y fusión de las normas *E.164* y el mundo IP. El protocolo ENUM, es parte de esa estrategia, y un interesante resultado del trabajo conjunto entre ITU y el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF).

El propósito de esta investigación es plantear un nuevo esquema de estructuración y de procedimientos en la integración entre el croquis de Numeración e Identificación utilizado en telefonía clásica y el mundo IP con el objetivo de lograr una optimización en los planes básicos de señalización, enrutamiento y el uso de los protocolos de comunicación de la Red de transmisión de datos pública, tomando como caso de estudio las redes de la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV).

PROBLEMÁTICA MUNDIAL DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN

La situación hoy día ha llevado a una separación total de los planos de control y señalización en las estructuras de redes telefónicas y el mundo IP, lo cual ha sido solucionado parcialmente con la creación de nuevas capas en los protocolos de comunicaciones, tal que los problemas de Numeración e Identificación se perfilan como «invisibles» a los ojos del espectador (usuario o cliente). Los planes de numeración en lo que respecta a la norma *E.164* y la red IP se han mantenido como bloques separados, con Políticas totalmente separadas. El resultado de esa «invisibilidad»

redunda en esquemas ineficientes en el proceso de conmutación, mayor complicación en la arquitectura de redes y por ende, mayores costos y dependencia en lo que al control de las comunicaciones nacionales e internacionales se refiere.

Organizaciones como ITU-T y otras como ICANN han confrontado grandes debates en lo que respecta al control político de la Numeración y la Identificación. Por otro lado, el incremento vertiginoso en la cantidad de sistemas conectados a la red –dadas las nuevas posibilidades tecnológicas en el acceso tales como las inalámbricas y xDSL–, presiona a una lucha por los recursos escasos. Así, la movilidad y la portabilidad numérica, pasan a ser un aspecto importante a considerar en esta investigación. Un informe emitido por ICANN, revela lo complejo del problema y la necesidad de participar intensamente en las investigaciones y elaboración de Políticas en el área de Numeración e Identificación de abonados o clientes. Detalles al respecto pueden ser ubicados en <http://forum.icann.org/reform/>.

La importancia de esta investigación es que al plantear nuevos esquemas en las estructuras de Numeración e Identificación, las mismas podrían ser discutidas en el seno de las grandes organizaciones mundiales y nacionales, y realizar un aporte al proceso de interconexión «libre» (término introducido por el autor, tomado de la teoría de Software Libre). Es decir, un esquema de interconexión que no dependa en modo alguno de un proceso de centralización internacional o nacional. Un esquema que permita evolucionar a la implantación de *IPv6* (por ejemplo) pero en forma ordenada. Así como el aumento en la potencialidad de los protocolos de enrutamiento [introducción de Protocolo Abierto Primero el Camino más Corto (OSPF), y otros] logró mantener un crecimiento continuo y exponencial de la Internet, una estrategia en la forma como se identifican y se enumeran las cosas (terminales de telecomunicación y otros dispositivos), nos llevará a una integración óptima de las redes de telecomunicaciones y los servicios que se prestan sobre ella, al igual que una explosión en nuevos servicios.

El conflicto en lo que respecta al control político de los recursos se ha reflejado en la red. La observación a esta problemática se visualiza en el momento de examinar un tema que está hoy en casi todos los encuentros mundiales de

Telecomunicaciones: la Gobernanza. Se podría decir que la forma de trabajar en telefonía clásica presentaba una gran estabilidad en los acuerdos a nivel de gobiernos e industria en lo referente a los planes de Numeración e Identificación. Los protocolos de Internet introdujeron una gran entropía en los aspectos tecnológicos y políticos y el problema de control numérico e integración de servicios se han elevado (entre otros muchos aspectos, como el contenido) a nivel de la ONU y la ITU-T, a lo que se denominó Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información (CMSI). En ella se conformó un grupo de trabajo (WSIS-II/PC-3/DOC/5-5, 4 Agosto 2005).

Una de las primeras labores de este grupo fue definir el concepto de Gobernanza, el cual se ha precisado como el desarrollo y la aplicación por los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, en las funciones que les competen, respectivamente, de principios, normas, reglas, procedimientos de adopción de decisiones y programas comunes que configuran la evolución y la utilización de Internet WSIS-II/PC-3/DOC/5-5.

La ITU-T ha trabajado en colaboración con este grupo. En el año 2004 emitió una Resolución 1222 del Consejo: «Actividades de la ITU-T relacionadas con la CMSI».

Sin duda alguna, ITU-T ha elaborado una gran cantidad de documentos concernientes a IP, sobre todo lo referente a la numeración. Uno de los trabajos recientes se refiere al protocolo ENUM y la internacionalización del DNS. En el año 2006 se hicieron pruebas en 36 países en lo que respecta a ENUM, lo que abona el camino de integración numérica de la red telefónica clásica y la Internet (inclusive las redes basadas en IP en forma general). Ello implica realizar cambios en cuanto al control de la raíz en el DNS, dado que la introducción de ENUM orienta a un control en la raíz *e164.arpa*, que es el esquema como estarían almacenadas todas las relaciones de números IP al formato *E.164*.

En función de solventar los conflictos políticos y tecnológicos, ITU-T ha realizado fuertes acercamientos a los Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF). De hecho, ENUM es un trabajo conjunto entre IETF e ITU-T. Sus conclusiones referentes a las políticas para asignación de recursos han sido muy certeras. Se enumeran algunas (la ITU-T y el desarrollo de Internet: P/ESP/ITU-T/BUREAU/DIR/216504S.ppt, por Houlin Zhao, Director de la Oficina de Normalización de Telecomunicaciones, Ginebra):

- La estructura de las direcciones *IPv4* no es la mejor (aunque no es totalmente errónea).
- La política de atribución de direcciones *IPv4* no es la mejor: primero en llegar, es el primero en ser servido.

- La gestión de las direcciones *IPv4* está en manos de organismos privados.
- Poca participación de los gobiernos.
- Los problemas relativos a *IPv4* se deben a factores políticos y tecnológicos.

En cuanto al *IPv6*, el mismo informe expresa:

- El espacio de direcciones *IPv6* no es muy grande, según las políticas actuales de atribución. Esta aseveración se extrajo textualmente del informe del ITU-T. Sin embargo, se puede decir que es una expresión errónea. Lo correcto sería decir: a pesar de tener un espacio de direcciones muy grande, *IPv6* pudiese sufrir el efecto de una política de distribución errónea que conduzca a problemas semejantes confrontados por *IPv4*.
- En 2010 existirán 36 direcciones por habitante. En esa fecha la población mundial ascenderá a 10 mil millones de habitantes.
- El espacio se agotará rápidamente y deberán considerarse las políticas de atribución de direcciones.

En este orden de ideas, la ITU-T ha orientado sus esfuerzos a los asuntos de gestión de los nombres de dominio y direcciones en Internet, transición a la versión 6 del IP, protocolo ENUM y los nombres de dominio internacionalizados.

El *IPv6* se considera en un posible punto de inflexión. Igualmente opina Houlin Zhao de la ITU-T, que *IPv6* es uno de los protocolos de transporte más útiles para los futuros entornos de las redes fijas e inalámbrica/movil. Desde el punto de vista de servicio y aplicación, la necesidad de protocolo *IPv6* será cada vez mayor para la llegada de las Redes de Nueva Generación (NGN). Este protocolo deberá adaptarse al modelo de referencia y la arquitectura funcional de las NGN.

La necesidad de realizar cambios en las políticas y en las estructuras tecnológicas actuales fue afianzada por los investigadores Athanassios Liakopoulos, José Fernández de la Fundación para una Computación Científica Nacional y Jeff Doyle de la Juniper Networks (para más detalles ver *IPv6* y Broadband. *IPv6* Cluster, <http://www.ist-ipv6.org/>, año 2006), quienes coincidieron en algunas opiniones que sirvieron para tomar acciones en el área de Numeración e Identificación:

- Es necesario eliminar NAT. Pero, mientras se utilice *IPv4*, el NAT permanecerá.
- La seguridad y el manejo de parámetros de calidad de servicio es afectado cuando se utiliza NAT.
- Por otro lado, se incrementará la necesidad de utilizar *IPv6* móvil, dada la introducción masiva de UMTS.

Igualmente se concluye que los conflictos presentados orientan a grandes esfuerzos en la realización de trabajos conjuntos para el tratamiento de los siguientes temas relacionados a la Numeración y la Identificación en las redes de Telecomunicaciones, específicamente la Internet:

- Temas de ccTLD (country code Top Level Domain).
- Temas del dominio arpa.
- Temas de internacionalización del DNS.
- Desarrollo y administración de políticas mundiales de dirección para direcciones IP y atribución de números AS (Sistemas Autónomos).

INTEGRACIÓN DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN E.164 E IPv6

Teoría de número de escape en el formato E.164

A través de todo el análisis del marco teórico se pudo llegar a la conclusión de que la arquitectura Red de Acceso de Radio Terrestre UMTS , deberá basarse en *IPv6*. La misma recomendación es para NGN. Igualmente será necesario realizar un plan de migración de toda la base de *IPv4* a *IPv6* a nivel nacional dado el colapso definitivo de *IPv4* en el 2010, aproximadamente. Igualmente, se ha observado que el proceso de NAT bloquea la entrada a nuevos servicios. De allí que la recomendación es darle congelamiento a *IPv4*, al igual que las inversiones en switches Clase 5, switches ATM, mux SDH. El modelo de red sobre el cual se trabajó es el indicado en la figura 1.

La numeración *IPv6* hará «perforaciones» (túneles) a las redes *IPv4*, cuando se requiera, a fin de facilitar la migración, aunque no se recomienda el proceso de túnel de *IPv6* sobre *IPv4*.

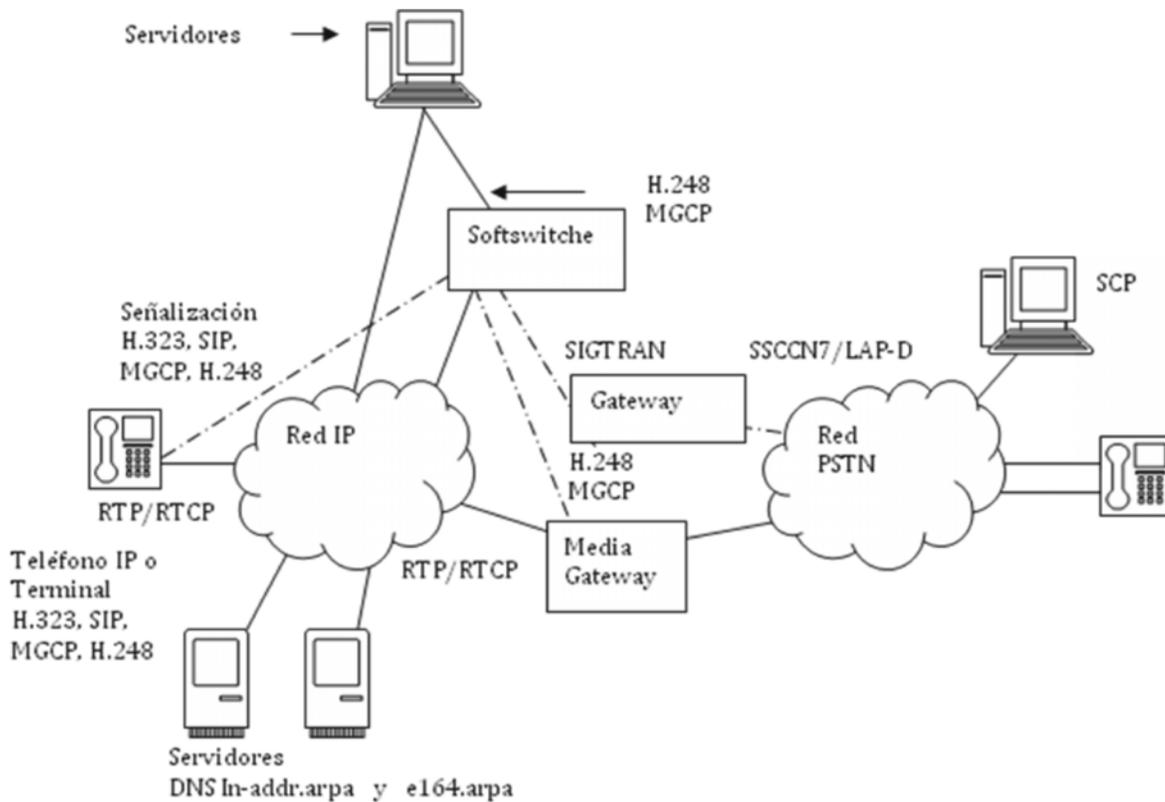


Figura 1. Modelo de Red sobre el que se plantean las alternativas.

El diagrama que se muestra en la figura 2, corresponde al formato E.164 utilizado en Venezuela, el cual servirá de referencia para todo el fundamento a desarrollar en adelante.

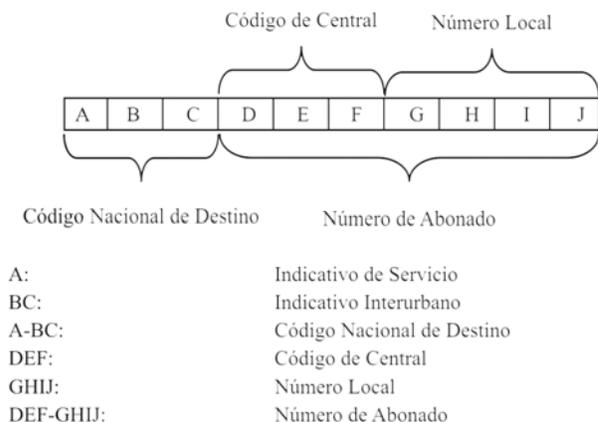


Figura 2. Formato e.164 en Venezuela.

Flujo PSTN-IP

El escape hacia el softswitch se realizará con A=3. Ello indicará que se está accediendo a un número telefónico conectado a la red IP nacional. Una situación de la numeración geográfica es que asume un solo operador. No hay diferenciación de quién ofrece el servicio. La diferenciación se puede hacer en la base de datos Punto de Control del Servicio (SCP) en Redes Inteligentes.

Un cero antecede en el proceso de marcación a fin de que la central no se confunda con un código nacional que comience en 3. Para la realización de llamada desde la PSTN a la red IP se marcará siempre el cero. Luego el tres indicará que es ENUM. La red telefónica señalará hacia el Softswitch (SS). El mismo realizará la conversión de señalización de SSCC7 (Sistema de Señalización por Canal Común Número 7) a SIP (Protocolo de Iniciación de Sesiones RFC 3261) y viceversa. El SS señalará hacia el Media Gateway que permite la comunicación de voz entre la PSTN y la red IP (paquetes a circuitos y viceversa). EL SS interrogará al DNS invirtiendo el número E.164 y colocando el dominio *e164.arpa*. Este es el caso de bases de datos centralizadas.

La interrogación del SS al DNS *e164.arpa* es inversa. Es decir, la primera solicitud es un dominio, el cual se regresa al SS. Con el dominio, se activa la señalización que efectúa necesariamente una resolución de la dirección IP del dominio respectivo. Los códigos Nacionales deben tener una correspondencia en una base de datos local. De lo contrario se consulta al DNS de dominio *in-addr.arpa*, para que regrese el número.

Como la recomendación lleva implícito un anclaje al número IPv6, el SS consultará al DNS con la dirección IP del DNS ENUM del país respectivo. El número IPv6 geográfico estará relacionado con el plan E.164. De allí que el SS no necesite consultar una base de datos centralizada para el caso ENUM. En conclusión, el sistema de resolución devuelve al SS el nombre del usuario. Con este nombre se obtiene luego el número IP del cliente o usuario ENUM.

Flujo IP-PSTN

El cliente marcará un número E.164. Se notificará escape en la numeración utilizando A=3 en el formato E.164. Este escape indica al equipo Terminal que debe señalar hacia el Softswitch. Antes de iniciar la comunicación al Softswitch (SS), el número se invierte y se coloca el dominio *e164.arpa* para consulta inversa, es decir, para obtener un nombre. Se obtiene el URI con la siguiente característica: tel: +xxxxxxxxxx. Un paso que se ha detectado como no necesario en ENUM es el retorno de un URI desde el DNS hacia el computador, dado que el URI contiene la siguiente estructura: tel: +xxxxxxxxxx, donde xxxxxxxxxxxx es el número telefónico destino. Con este URI se obtiene la dirección IP que relaciona a E.164 con IP a través del DNS ENUM. El proceso de señalización SIP hará posible dicha traducción. El softswitch establece sesión con el respectivo Media Gateway. Es decir, para el mundo IP, la conversación se realizará entre el softswitch y el Media Gateway: el primero para señalar y el segundo para el tráfico del servicio. En realidad el SS señala en SSCC7 hacia la PSTN y en SIP hacia la red IP, de tal forma que la información de voz que viene de la red de paquete circule hacia la PSTN y viceversa a través del Media Gateway, y la señalización a través del SS.

El direccionamiento de consulta hacia un determinado DNS se hará según el código marcado. Es decir, las direcciones IP de los DNS de los países no tendrían, según esta recomendación, un proceso de centralización, sino que a través del código internacional habrá una relación directa para colocar la dirección IP destino del DNS.

Esta recomendación implica que el ITU-T podría analizar esta sugerencia y cambiar la teoría de DNS de dominio *e164.arpa* centralizado a una estructura descentralizada, dado que el número E.164 permite conocer el país en cuestión. Sólo basta con relacionar una dirección IP con el código nacional.

A través del URI *e164.arpa*, se detecta que Media Gateway será utilizado en la comunicación, por el código de numeración, el cual aparece en el orden correcto. El símbolo (+) al inicio es una especie de código de escape. Cuando A

no es igual a 3, el número telefónico está conectado a la red IP. Por tanto el retorno de URI y la resolución de dicho nombre implicarán una señalización SIP con el SS y la comunicación directa a través de la red IP del tráfico del servicio respectivo.

Celular tercera generación a IPv6 fijo

La Compuerta de Centro de Conmutación Móvil (MSCG) comunica con la red IPv6. Dicha comunicación se efectúa a través de la señalización entre el MSCG y el Softswitch. El mismo igualmente se comunica con el sistema de Media Gateways. Es necesario marcar: 0 3 BC+ número de abonado. Si la decisión es no utilizar un código de escape, la red de celular señalará a través de la PSTN, antes de pasar por la red IPv6. La forma de evitarlo es que la red de telefonía celular interroge al SCP utilizado en telefonía fija. En general el procedimiento es igual a la comunicación fijo-fijo.

En la comunicación IPv6 fijo a celular, se resuelve un URI al celular, luego de la consulta inversa. Con dicho URI se realiza la señalización SIP con el SS. SIP obtiene la dirección IP relacionada al número E.164 y el SS orienta la señalización al respectivo Media Gateway conectado al MSCG.

Celular cuarta generación a IPv6 fijo

Cada equipo tiene una dirección IP fija (cada interfaz a red, específicamente). En este caso se produce un mapeo directo de la dirección E.164 a la dirección IPv6. Adelante se explica el formato de dicha dirección IPv6. En este caso, la señalización puede ser directamente H.323 (estándar de la ITU-T para la video conferencia en redes conmutadas por paquetes, como las redes LAN e Internet) en vez de SIP. Aunque SIP está más difundido que H.323, por su versatilidad para el uso en aplicaciones.

TEORÍA DEL ESCAPE POR BASE DE DATOS

En esta opción, no se genera número alguno que diferencie entre los equipos terminales de una red o de otra. La diferenciación estaría en la base de datos de la Red Inteligente. Todos los números llamados serían consultados en SCP para determinar si es ENUM o no. Se requiere un ordenamiento mundial del dominio *e164.arpa* a fin de direccionar en forma sencilla y óptima los números de diferentes países.

Si es ENUM, se hace el escape para señalar a través de Softswitch. En esta alternativa no se utiliza código de escape en el formato E.164. Todos los números en la PSTN serán consultados en el SCP. La base de datos dirá quién es ENUM. Esta consulta sustituye la alteración de la

numeración. Sin embargo, tiene un costo: todos los números, así la comunicación se realice en la misma PSTN, deberán ir a un proceso de consulta. La ventaja es que no se diferencia a que red se está accediendo. Desde el punto de vista de IP, la conexión telefónica se puede realizar marcando directamente el URI. Igualmente se puede marcar el número sin código de escape. Una señalización del tipo Q.930, Q.931, Q.932 y Q.933 proveniente del Gateway indicará al SCP que el recurso debe ser ubicado en la PSTN y no en una búsqueda de Gateway.

TEORÍA DE NÚMERO E.164 MAPEADO EN EL FORMATO IPv6

Esta teoría implica un anclaje entre los mundos E.164 e IP sin necesidad de ir a un mapa en Base de Datos. En este caso, cuando se marque un número E.164, se obtiene el número IP mediante una operación de mapeado. Cuando la comunicación es desde la Red IP a una PSTN, se obtiene un URI que permite señalar en Protocolo de Control de Media Gateway (MEGACO) hacia el SS. Sin embargo, el URI es para obtener una dirección IP. La misma estaría disponible. La comunicación utilizando un URI directamente, requiere la obtención a través de MEGACO o SIP de los números IP.

A continuación se especifica la recomendación a la numeración IPv6 en la República Bolivariana de Venezuela, utilizada por NIC.VE. La figura 3 corresponde al formato utilizado.

	13 bits	8 bits	24 bits	16 bits	64 bits
001	ID TLA	Res	ID NLA	ID SLA	ID Interfaz

Campo	Descripción
PF (3 bits)	Prefijo de formato (Valor 001)
ID TLA (13 bits)	Identificador de agregación de nivel superior
Res (8 bits)	Reservado para usos futuros
ID NLA (24 bits)	Identificador de agregación de siguiente nivel
ID SLA	Identificador de agregación de nivel del sitio
ID Interfaz (64 bits)	Identificador de la interfaz

Figura 3. Formato de una dirección IP unicast y descripción de campos de una dirección IPv6 unicast. Fuente: Informe del CNTI Políticas IPv6, año 2006.

El informe del Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para las Telecomunicaciones y la Informática; expresa que el bloque /48 con NLA1 0000000000 (NLA 0x0000), será asignado a la red interna del CNTI. Los Métodos para la distribución de direcciones en la red de área local del CNTI,

están fuera del alcance de este documento. Ver en tabla 1, la información base para realizar la distribución.

La estructura numérica asignada por NIC.ve orienta la distribución IP a sistemas nodales, es decir, la agregación diferencia la ubicación de redes con un sistema de agregación que identifica al nodo.

Tabla 1. Codificación formato IPv6

Prefijo de Tipo	Tipo	Fracción
0000 0000	Reservado	1/256
0000 0001	Reservado	1/256
0000 001	Punto de acceso a red	1/128
0000 010	IPX (Novell)	1/128
0000 011	Reservado	1/128
0000 100	Reservado	1/128
0000 101	Reservado	1/128
0000 110	Reservado	1/128
0000 111	Reservado	1/128
0001	Reservado	1/16
001	Reservado	1/8
010	Dirección unidestino basada en proveedor	1/8
011	Reservado	1/8
100	Dirección unidestino geográfica	1/8
101	Reservado	1/8
110	Reservado	1/8
1110	Reservado	1/16
1111 0	Reservado	1/32
1111 10	Reservado	1/64
1111 110	Reservado	1/128
1111 1110 10	Reservado	1/512
1111 1110 10	Dirección local enlace	1/1024
1111 1110 11	Dirección local enlace	1/1024
1111 1111	Dirección multienvío	1/256

Si los números se distribuyen por bloques a los usuarios, el poder de agregación en el país se reduce, presentándose el mismo problema que IPv4. Así tal cual como el CNTI ha

realizado una distribución nodal, lo cual beneficia el resumen de tablas IP, es posible crear un formato para el uso de los direccionamientos IP geográficos. La creación de ese formato, que orientaría a una optimización en las comunicaciones, se puede realizar en dos vertientes:

- El bloque 001 con fracción 1/8.
- Un nuevo bloque: 101 (en la tabla corresponde a 101) con fracción 1/16 por parte de LACNIC (Latin American and Caribbean Network Identifier Center). NIC.ve lo manejaría como /44.

A continuación, en la figura 4 se esbozará una recomendación para dicho bloque:



Figura 4. Formato de direcciones IPv6 basados en NIC.

Según esta teoría de mapeado del número E.164 en la dirección IPv6, existe una correspondencia entre el número IP y el E.164. Ello implica lo siguiente:

- Para una llamada desde PSTN fija a red IPv6, cuando se marque un número, y se consulte al SCP o se utilice un código de escape, al momento de realizar señalización con el SS y señalar hacia el Gateway, no será necesario realizar una consulta al sistema DNS ENUM, dado que el mapeado del número permite construir la dirección IP destino. Debido a que SIP requiere el URI del cliente, el SS se encarga de obtenerlo mediante consulta inversa al DNS respectivo. Observe que aquí no existe un DNS ENUM centralizado. El plan de numeración permite relacionar el DNS a nivel de país.
- Para una llamada de la red IPv6 a la PSTN, se marcará un número. El equipo construirá el paquete IP a raíz de ese número y hace la consulta al respectivo DNS para obtener un URI del tipo tel:+ xxxxxxxxxx, y procederá a enviar la señalización al sistema SS. El SS contactará al Gateway correspondiente. Del mismo paquete IP se extrae la información de numeración.

IPv6 resuelve por si mismo la movilidad, dado que el sistema de señalización obtendrá de un Agente Local la ruta completa donde se encuentra cada uno de los usuarios, tal como hacen los sistemas de tercera generación con el Registro de Ubicación Local (HLR), y el Registro de Ubicación Foránea (VLR). La diferencia es que el plan de numeración de cliente

o usuario y el de la red tendrían el mismo formato internacional y nacional.

TEORÍA DEL ANCLAJE DEL NOMBRE CON EL NÚMERO

En realidad este procedimiento es recomendado para las dos teorías anteriores, a fin de evitar el excesivo proceso de centralización en el manejo de las políticas del DNS actual. Es el corazón principal de la idea para la creación de una teoría de ENUM descentralizado, en vez de centralizado como plantea el ITU-T.

En este sentido, cuando se marque un número E.164 que esté en la misma red IP, el sistema SS señalará hacia ese elemento a través de MEGACO o SIP y no señalará hacia equipo Gateway alguno. Para ello el computador o equipo Terminal hará consulta al DNS respectivo y obtendrá el URI del tipo SIP:usuario@nombre.organización.

En caso de que el usuario marque un URI con nombre de cliente, dado que se está hablando de la necesidad de provocar un proceso de descentralización del DNS, al menos en esta área, se recomienda una estructura de nombres, tal que el sistema obtenga la dirección del DNS a consultar sin necesidad de acudir al DNS centralizado. En este sentido, el planteamiento es relacionar el nombre con la dirección IP del DNS:

Formato propuesto:

Nombre@x.y.z.ENTel.gob.Nombre.país

Un nombre de tercer nivel denominado ENTel (Enum Telecomunicaciones) indicará que el DNS a consultar es el que corresponde a la dirección IP del DNS de ese país. La dirección no residirá en la raíz sino en todos los DNS de país del mundo, dado que en este caso, ITU-T emitirá informes quincenales que indiquen la relación nombre código país ENUM e IPv6. Luego el DNS de país ubicará dentro de sus estructuras de DNS para la nueva numeración la respectiva dirección IP del cliente. En este caso, el nombre será utilizado por SIP para señalar, al igual que la dirección IP.

La estructuración de las redes, sobre todo a nivel latinoamericano en Puntos de acceso para los NIC de cada país, permitirá establecer sistemas de enrutamiento para acceder directamente los DNS referidos a las comunicaciones telefónicas entre PSTN y la red IP de todos los países. Pero es necesario para ello la implementación de IPv6. Esto debe ser un esfuerzo conjunto.

En función de la continuidad del espíritu de integración no

es conveniente ir en una línea diferente a lo planteado por el ITU-T. Lo recomendable es elevar la idea, a través de los órganos respectivos al ITU-T y someter el punto a debate. Inclusive es recomendable el debate interno. Se consideran instituciones claves en el debate, las siguientes: Ministerios del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología, Ministerio del Poder Popular para las Telecomunicaciones y la Informática; y Ministerio del Poder Popular para la Defensa, todos organismos del estado venezolano.

Estas ideas, para integrar los planes de numeración y a la vez regular una parte del espacio de las direcciones IP, permitirán un uso eficiente del recurso limitado, a la vez optimizar otros aspectos de la arquitectura de la Red. En lo que respecta a Venezuela, es necesaria una re-estructuración de las funciones de NIC.VE, del CNTI y la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), con la finalidad de poder regular esta área en forma conjunta.

Hoy está totalmente separado, por supuesto por el origen histórico de estas organizaciones, muy relacionadas a la separación de tecnologías. Así mismo existe una separación en los protocolos de comunicaciones y los esquemas utilizados para establecer circuitos, que ha llevado a modelos de redes costosas de mantener, como se ha mencionado anteriormente.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA MOVILIDAD Y LA PORTABILIDAD NUMÉRICA

El problema de la movilidad y la portabilidad en la propuesta realizada se puede implementar en forma sencilla aplicando un plan de numeración mundial. Este plan es el único mecanismo para avanzar hacia una descentralización de las Bases de Datos de Números y de Nombres.

Como se mencionó anteriormente la movilidad en telefonía GSM se soluciona a través de técnicas de consulta e intercambio de información entre el equipo Terminal, el VLR y el HLR. En este caso, HLR es el gran pivote, cuya base de datos es nutrida por el VLR. Estos últimos están dispersos por las diferentes celdas y mantienen comunicación con los equipos terminales. VLR los va registrando en la medida que el equipo se mueve. El VLR comunica al HLR la ruta completa para ubicar un determinado dispositivo, cuando HLR lo solicita.

En IPv4 se actúa en función de un agente local y uno remoto. Cuando el equipo se mueve, los paquetes son re-enrutados al punto donde se encuentra el equipo, dado que el sistema de origen conoce la situación. Sin embargo, este esquema orienta a una comunicación hacia el sitio donde se encuentra el agente local.

La propuesta en IPv6, la cual se utilizaría en UMTS, sería encapsular las direcciones originales origen - destino y colocar las nuevas en el plano comunicacional. Estas direcciones reales en donde se encuentran los sistemas serían dadas por una base de datos igual al HLR.

Los equipos terminales, con el respectivo cambio de software en el protocolo de comunicaciones, se encargarán de des-encapsular la dirección única origen-destino IP originales.

En cuanto a la portabilidad, se han definido esquemas de redes donantes, receptoras y originadoras de la llamada. La portabilidad difiere de la movilidad dado que el número debe estar relacionado en la base de datos del nuevo operador como cliente de su red. Es necesario que exista una base de datos que lo indique. Esta relación aparece en la Base de Datos de Números Portados.

En este sentido, tanto en la red PSTN como en la UMTS se recomienda ir a un esquema de enrutamiento directo, es decir, una vez que el operador, a donde se va a realizar el cambio, es informado referente a la portabilidad, el equipo es identificado a través de un número único de hardware. Se suministra la dirección de ubicación y se realiza el enrutamiento directo, sin pasar por la red donante. Este esquema se conoce en inglés como «All Call Query». Existen cuatro procedimientos: Onward Routing, Call Drop-Back, Query on Release y All Call Query (OR, CDB, QoR, ACQ). El primero siempre enruta a través de la red donante. CDB consulta a través de la red donante y enruta directo a la receptora, QoR realiza llamada a red donante y se le informa que el número ha sido portado. Luego consulta la BDNP (Base de Datos de Números Portados) directamente y enruta directo a la Red Receptora. El último método va directamente a consultar la Base de Datos. Todas las llamadas deben consultar la Base de Datos. En la figura 5 se observan los casos mencionados.

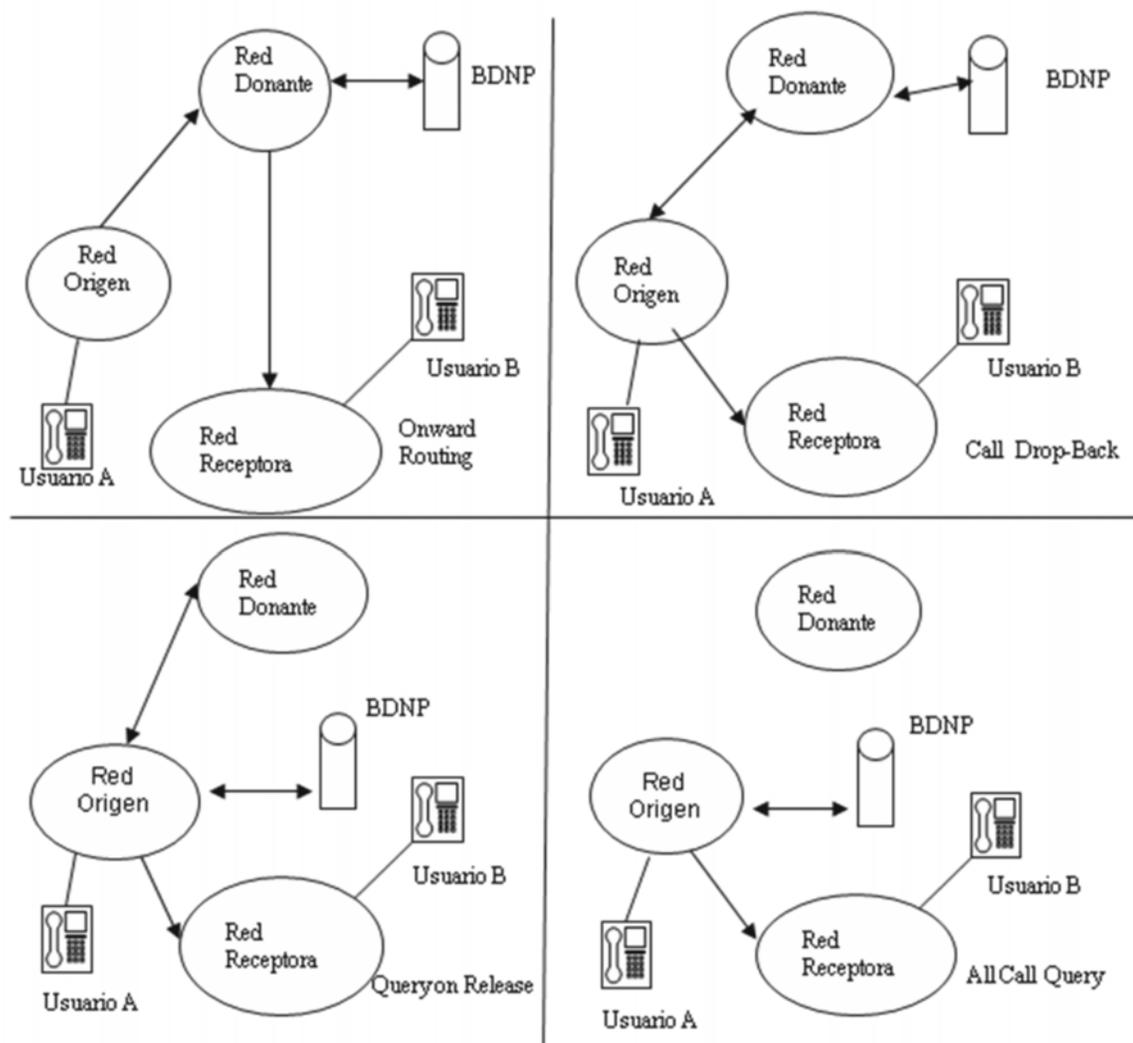


Figura 5. Alternativas de implementación de Portabilidad de Número

En la figura 6 se hace referencia a la arquitectura de red planteada con portabilidad de número, movilidad y Enum integrados. Así mismo, la Base de Datos tiene información referente al número donde está el cliente, bien sea porque hubo movilidad o porque hubo portabilidad. La base de datos contiene la información respectiva a la portabilidad e

indicará si el número es ENUM o no. En este caso un vector de la Base de Datos.

BDNPEEnum tendrá tres bits mediante la estructura indicada en la figura 7.

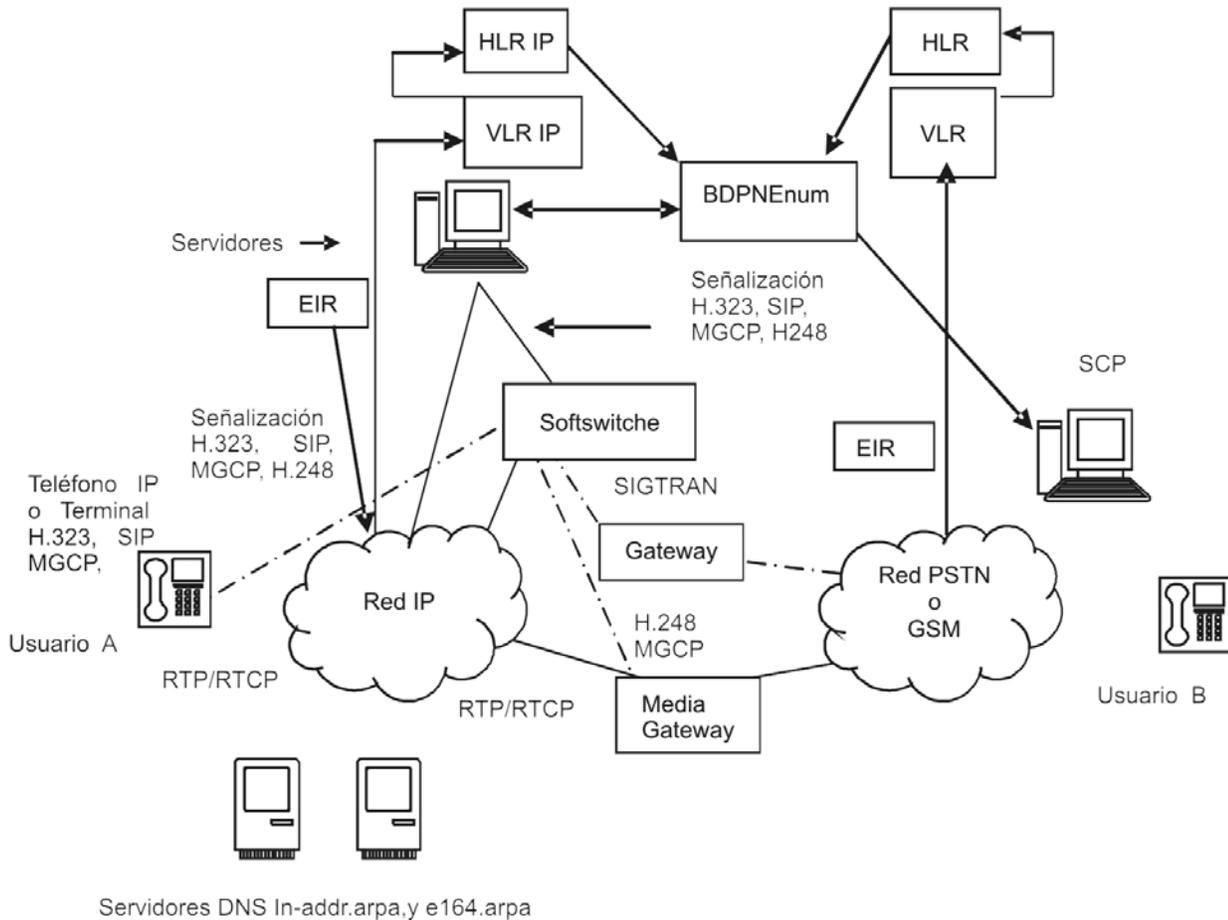


Figura 6. Arquitectura planteada con Portabilidad de Número, Movilidad y Enum integrados.

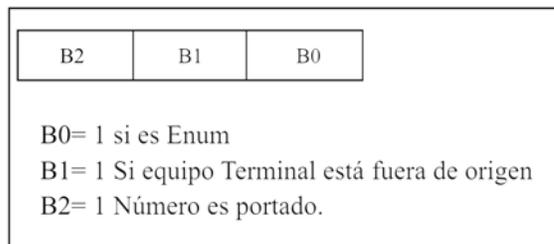


Figura 7. Vector de estado en BDNPEEnum.

Las teorías anteriores de números encapsulados permitirán diferenciar los operadores y la nacionalidad del número. Así se sabrá siempre a que Base de Datos y DNS consultar a nivel mundial.

IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN

La creación de un nuevo formato en *IPv6* y una nueva forma de distribución traerá un impacto en el volumen de tablas que manejan los nodos de enrutamiento. Igualmente se reducirán las tendencias a centralización de las bases de datos en el sistema de resolución de nombres. Los protocolos de comunicaciones se orientarán a una sencillez en el plano arquitectónico dado que el modelo utilizado por Servicios de Radio Paquetes General (GPRS) y UMTS implican una doble pila de protocolos IP, para la numeración. Ello se debe a la separación de los planos. Al estructurar un plan de numeración IP, el backbone IP de la telefonía celular no debería estar separado de la numeración que utiliza el cliente.

Por otro lado, el protocolo DNS no realizaría todas las consultas a un sistema DNS centralizado, sino que habría un proceso de descentralización: el nombre de alguna manera estaría relacionado a una estructura numérica.

A la vez, la constitución de etiquetas para los flujos de datos con diferente Calidad de Servicio (QoS), tendrán una reducción drástica en el sistema de tablas de los equipos nodales.

Una evolución de *IPv6* en lo referente a la Numeración y la Identificación y la introducción de sistemas de red basados en etiquetas de flujo llevará a una disminución en la complejidad de la red al reducir las inversiones en ATM, y crecer con Conmutación de Etiquetas para Múltiples Protocolos (MPLS). Esta tecnología de conmutación unida a un plan novedoso en *IPv6*, bajo el concepto de estructuración regional-nacional y regional-latinoamericana, causará un efecto positivo en el manejo de los parámetros negociados con los usuarios o clientes.

CONCLUSIONES

El sistema DNS actual presenta una tendencia a centralizar todas las consultas de resolución de nombres. Las contradicciones en los diversos encuentros referentes a las políticas del manejo de los recursos escasos, como la numeración IP han sido evidentes. Se pueden revisar las discusiones en el seno de la ICANN y la ITU al respecto.

Mientras, a pesar de que existe una planificación en el sistema de distribución de nombres, la misma no contempla un cambio en la forma como se establecen las comunicaciones. Por otro lado, los planos de control y de envío y las estructuras de protocolos de los sistemas de tercera y cuarta generación presentan un sobre-encapsulamiento de capas.

La propuesta de generar un Plan Integral Nacional de los sistemas de Numeración e Identificación, tendrán alto impacto en la arquitectura de la red, dado que ataca varios aspectos principales:

- Como descentralizar el sistema de resolución de nombres.
- Como integrar los planes de numeración IP, *E.164* y el sistema de nombres.

Después de todos estos análisis se realizaron dos propuestas para integrar los planes de numeración y causar un impacto positivo en los planos de numeración, señalización y enrutamiento de la red nacional. Las dos propuestas estuvieron orientadas a las siguientes vertientes:

- Crear un nuevo servicio en la numeración *E.164*, identificando el tipo de servicio con el número tres (3) o realizando la identificación de escape en la base de datos del SCP. Este sería el código de escape a ENUM. Con ello, se aplicarían todos los protocolos de señalización hacia los sistemas de Softswitche y Gateway respectivos. La resolución de nombre y direcciones es el corazón de esta propuesta.

- Creación de un nuevo formato *IPv6* en un nuevo bloque asignado. Esta propuesta orienta a la construcción del número en ambos sentidos de comunicación: de la PSTN a IP y viceversa.

En ambas propuestas es necesaria la obtención de URI. Ello implica una consulta a DNS. Para orientar a un proceso de descentralización del DNS, al menos en lo que respecta a las comunicaciones telefónicas, se recomendó la creación de un nuevo dominio de tercer nivel (colocando a *.gob* como el segundo nivel y *.ve* como el primer nivel. La raíz para estos casos no existe). Los Centros de Puntos de Acceso a Red (NAP) tendrían toda la información referente a los códigos de número IP de los servidores DNS ENUM (pero en este caso, a diferencia de lo que recomienda el ITU-T, es un DNS de entrada por país), los cuales tienen una identificación IP única en el mundo.

En la misma forma se llegó a una conclusión referente a la movilidad y la portabilidad: es necesario que el esquema

planteado en UMTS, al utilizar las direcciones *IPv6* use el esquema empleado en GSM mediante la implementación del concepto de HLR y VLR a nivel de IP. Ello resuelve el problema de la movilidad, con el formato recomendado en cuanto a la telefonía mundial en este trabajo.

En lo referente a la portabilidad se recomienda utilizar el esquema «All Call Query», aprovechando la consulta para responder lo referente a Enum y la movilidad. De esta manera la BDNPEnum tendría un vector con tres bits que indican marcas de Estado: «hubo Movilidad», «Número fue portado», «número está en otra red» (PSTN o IP). A continuación entrarían en acción los protocolos de señalización para resolver el problema de establecimiento de la comunicación. Como consecuencia se dispone de los números origen y destino reales.

En primera instancia, para poder avanzar en estas propuestas, se trabajará a nivel del *NIC.ve*, dado que a nivel de los acuerdos internacionales, las asignaciones las hace LACNIC, a través de las políticas de ICANN.

Por otro lado, dado que ICANN no ha asignado la raíz de ENUM a ITU-T, y dado que aún dando la raíz para ENUM, se trabajaría nuevamente en un concepto de centralización, se ha hecho la propuesta de re-estructuración del sistema de nombres en el *.gov.ve* (creación de un tercer nivel y anclaje del *.ve* con una dirección IP del DNS del país, si el tercer nivel orienta a ENUM) para ir a un proceso de descentralización del DNS, en lo que a ENUM respecta.

En vías de esa recomendación se mencionó que el logro de una nueva estructura en la numeración y el sistema de nombres está totalmente relacionado a la forma como actúan las organizaciones mundiales y nacionales en las competencias de los temas tratados.

Así, se ha recomendado la re-estructuración de *NIC.ve* y CONATEL en función de asumir una nueva concepción en el proceso de integración de los servicios, lo cual está relacionado con la elaboración de un Plan Nacional de Numeración e Identificación en la República Bolivariana de Venezuela. El término re-estructuración puede estar orientado inclusive a la elaboración de mesas de trabajo lideradas por CONATEL. Lo importante es que parte del recurso de numeración *IPv6*, del bloque asignado a la República, está administrado por *NIC.ve*. El formato de numeración debe permitir la comunicación inclusive con otras extensiones de dominio diferentes al *.ve*. Este sería otro punto de investigación no alcanzado en el presente documento.

La base legal a estas recomendaciones está sustentada a través de un análisis de la Ley Orgánica de

Telecomunicaciones (Gaceta Oficial N° 36.970, del 12 de Junio de 2000) y la Resolución del Plan Nacional de Numeración y Radiocomunicaciones Terrestres (Gaceta Oficial N° 37.193 del 09 de mayo de 2001).

A través de las propuestas planteadas se introduce una innovación tecnológica en la manera como se traducen los números de un formato a otro: de la forma centralizada de hoy a una descentralizada con libertad de consulta a cualquier sitio, incluida en el esquema ENUM descentralizado, dado que el concepto actual del ITU-T es ENUM centralizado. Igualmente, se orienta a un nuevo esbozo de la estructura de *IPv6*, mediante el encapsulado de *E.164* en el formato. Como consecuencia, los protocolos de comunicación reducirán la complejidad en lo que respecta al sobre encapsulamiento y número de consultas realizadas para buscar una dirección o un nombre.

La recomendación se ha centrado en abarcar un cambio para realizar comunicaciones en ambos sentidos entre la red Telefónica Pública Conmutada y la red basada en *IPv6*. En la evolución *IPv6* podría «perforar» la red *IPv4* con túneles, pero no tendría sentido: es necesario construir una red que maneje QoS en forma eficiente. *IPv4*, por las limitaciones que empiezan a surgir presenta grandes dificultades. De allí la orientación a acelerar el cambio a *IPv6* y construir una red fortalecida, basada en una Red Óptica Conmutada Automática (ASON) que soporte la Diferenciación de Servicios (DifServ). Todo un reto para la re-estructuración de los Planes Básicos de Numeración e Identificación en la Red de Transmisión de Datos de la República Bolivariana de Venezuela.

En este orden de ideas, se recomienda la continuación de los análisis en diversas mesas de trabajo donde participe el gobierno venezolano a través del Ministerio del Poder Popular para las Telecomunicaciones y la Informática, la industria privada, las universidades y centros científicos; los operadores de servicio, los ciudadanos y comunidades organizadas, a fin de analizar el impacto de la aplicación de los formatos planteados de Numeración e Identificación en la Red, a nivel nacional y latinoamericano. Allí se abordarían y ampliarían los estudios a otros temas relacionados como la privacidad, la seguridad, la soberanía y la integración regional de la nación y de Latinoamérica, a través de una Red con mayor eficiencia y calidad.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASON:	Automatic Switched Optical Network
ATM:	Synchronous Transfer Mode
BDNP:	Base de Datos de Números Portados
BDNPEnum:	Base de Datos de Números Portados Enum

CMSI:	Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información.	Q.932:	Mensajes para servicios complementarios.
CNTI:	Centro Nacional de Tecnologías de Información.	Q.933:	Señalización para servicios en modo trama.
CONATEL:	Comisión Nacional de Telecomunicaciones.	QoS:	Quality of Service.
DNS:	Domain Name System.	PSTN	Public Switched Telephone Network.
EIR:	Equipment Identity Register.	SCP:	Service Control Point.
ENUM:	tElectronic Number Mapping, RFC 2916.	SDH:	Synchronous Digital Hierarchy.
GATEWAY:	Compuerta.	SIP:	Session Initiation Protocol. RFC 3261.
GMPLS:	Generic Multiprotocol Label Switching.	SLA:	Site Level Aggregators.
GPRS:	General Packet Radio Services	SMS:	Multimedia Message Service.
GSM:	Global System for Mobile Communications	SSCC7:	Signaling System for Common Chanel Number Seven.
gTLD :	Generic Top Level Domain.	SSP:	Service Switching Point.
H.323:	Estándar de la ITU-T para la video conferencia en redes conmutadas por paquetes, como las redes LAN e Internet.	STP:	Signaling Transfer Point.
HA:	Agente Local. Home Agent.	TLA:	Top Level Agregators
HLR:	Home Location Register.	TSB:	Telecommunication Standardization Bureau.
H-MSC:	MSC con el HLR.	TSON:	División de Servicios de Telecomunicaciones, Explotación y Numeración.
ICANN:	Internet Corporation Assigned of Names and Numbers.	UIT/ITU	International Telecommunication Union.
MAC:	Control de Acceso al Medio.	UMTS:	Universal Mobil Telecommunications System.
IETF:	Internet Engineering Task Force.	URI:	Uniform Resource Identifier.
IP:	Protocolo de Internet. Internet Protocol.	UTRAN:	UMTS Terrestrial Radio Access Network
ITU-T:	International Telecommunication Union TSB.		
LACNIC:	Latinoamerican and Caribbean Network Identifier Center.		
LOTEL:	Ley Orgánica de Telecomunicaciones.		
MEGACO:	Media-Gateway Controller Protocol, desarrollado por ITU-T e IETF.		
MGCP:	Media Gateway Controller.		
MMS:	Multimedia Message Service.		
MPLS:	Multiprotocol Label Switching.		
MSC:	Mobil Switching Center.		
MSCG:	Mobile Switching Center Gateway.		
NAT:	Network Address Translator.		
NAP:	Network Access Point.		
NIC.VE:	Network Information Center de Venezuela.		
NGN:	Next Generation Network.		
NLA:	Next Level Aggregators.		
NSAP:	Network Service Access Point.		
OSC:	Open Service Capability.		
OSPF:	Open Shortest Path First.		
PABX:	Private Exchange.		
PDH:	Plesiochronous Digital Hierarchy.		
Q.930:	Principios generales de señalización usuario-red.		
Q.931:	Mensajes usuario-red para el control de llamada básica.		

REFERENCIAS

6LINK&EUROPEAN COMMISSION AND THE EC IPV6.CLUSTER. (2005).IPv6 Cluster IPv6 and Broadband.

DOOM, C. (2000). IP Version 6. The new Internet Protocol. Computer Sciences Corporation.

CONATEL. (2001). Resolución contentiva del Plan Nacional de Numeración para telefonía y Radiocomunicaciones Móviles terrestres. Gaceta Oficial N° 37.193 del 9 de Mayo de 2001.

CONATEL. (2000). Ley Orgánica de Telecomunicaciones. Gaceta Oficial N° 36.970 del 12 de Junio de 2000.

ERICSSON. (1999). La Evolución de la Red. Revista Review N° 1.

ERICSSON. (2004). The Public Ethernet-The next-generation broadband access network. Revista Review N° 1.

ERICSSON. (2005). EDGE, Introduction of high-speed data in GSM/GPRS networks. Revista Review N° 1.

ESMAEL D., A. KUROCHKIN, S. KETTANI (2002). UMTS Interface System Planning and Optimization. Artículo.

- GARCÍA Y.A. (2005). Redes MPLS y GMPLS. Servicios y aplicaciones. Unitronics Comunicaciones SA. Artículo.
- GARY K., SOUTHWICK, M. (2001). RDSI. Conceptos, Funcionalidad y Servicios. McGraw Hill. Generation Network». Reproduced by permission of Frost & Sullivan- compliments of Sun Microsystems and Nortel Networks.
- LACNIC. (2008). Registro de direcciones de internet para america latina y el caribe. Recuperado el día 17, Abril año 2008 en <http://lacnic.net/sp/registro/ipv6.html>
- LACNIC. (2006). Índices de templates. Recuperado el día 17 de Abril, año 2008 en <http://lacnic.net/templates/ipv6-template-sp.txt> .
- GONZÁLEZ, M. M. (2003). Análisis del nuevo plan de nombres de dominio bajo el código de país correspondiente a España (.ES). Recuperado el día 17 de Abril año 2008 en <http://www.dominiuris.com/boletines/doctrinal/maria.htm>
- DOMISFERA. (2008). Análisis de estadísticas de dominio de américa latina. Recuperado el día 17 de Abril, año 2008 en <http://www.domisfera.com/tema/estadísticas>.
- UIT-T. SECTOR DE NORMALIZACIÓN DE TELECOMUNICACIONES. (2004). Asamblea Mundial de Normalización de las telecomunicaciones, 5-14 de octubre de 2004. resolución 20- procedimientos para la atribución y gestión de los recursos de numeración, denominación, direccionamiento e identificación internacionales de telecomunicaciones. Recuperado el 17 de abril, año 2008 en http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/res/t-res-t.20-2004-msw-s.doc
- ITU-T. (2002). IP telephony. recuperado el día 17 de Abril, año 2008 en <http://www.itu.int/osg/spu/ni/iptel>
- LATINOAMERICANN. (2008). Registro de Nombres de Dominio en América Latina. Estadísticas al 29 de Febrero del 2008. Recuperado el día 17 de abril año 2008 em <http://www.latinoamericann.org/>
- WIKIMEDIA FOUNDATION, INC. (2007). RIPE NCC. Recuperado el 17 de Abril, año 2008 en http://es.wikipedia.org/wiki/RIPE_NCC
- WIKIMEDIA FOUNDATION, INC. (2007). lacnic. Recuperado el 17 de Abril, año 2008 en <http://es.wikipedia.org/wiki/lacnic>
- THE IPV6 PORTAL. (2008). IETF examine future of the Internet by going Ipv6 Native. Recuperado el 17 de Abril, año 2008 en <http://www.ipv6tf.org/index.php?page=news/newsroom>
- HUIDOBORO, M., MARTÍNEZ, D. R. (2003). Integración de Voz y Datos. McGraw Hill.
- HUIDOBORO, M. (2002). Comunicaciones Móviles. Thomson-Paraninfo.
- INSIDE TELECOM. (2007). La idea fija quedó atrás, Tecnologías Analámbricas serán piezas del Gobierno en CANTV. Revista N° 15. Artículo.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA COMUNICACIÓN, FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. (2005). Dossier Especial. Anuario Inc. Investigación de la Comunicación.
- LACNIC. (2002). Políticas de Administración de Recursos de Internet en el área de Latinoamérica y el Caribe. Documental.
- LACNIC, (2005). Estrategia IPv6 de LACNIC para la región. Documental.
- LIMONGI, O. (2004). Diseño de un Modelo Técnico de Portabilidad Numérica con cambio de ubicación física en una misma localidad para las redes de telefonía fija local de Venezuela. Tesis de Grado Universidad Central de Venezuela. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2005). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Construyendo un futuro sustentable. Venezuela 2005-2030. FS Imagen y Comunicación, Servi-K C.A.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2006). Software Libre. Uso y Desarrollo en la Administración Pública Nacional. Serie Conocimiento para el desarrollo sustentable. Gráficas Franco C.A.
- NIC.VE. (2006). Evolución del dominio .ve. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. SCT/S1/3 (2001). Los nuevos Dominios Genéricos de Nivel Superior.
- ORTIZ, M. A. (2003). Factibilidad Técnica para la implementación del servicio de portabilidad numérica en la red telefónica de CANTV Universidad Central de

- Venezuela. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Trabajo Especial de Grado.
- PERALTA HIGUERA, J.L. (2005). Regulación de voz por IP. Cartagena, Colombia. Artículo.
- PETE, D. (2000). The Softswitch: Driving a New Vision of Communication as the Central Element in the -Next-Generation Network. Artículo.
- PLANCHART, C. F. (2006). Tecnologías Emergentes y Política Pública Asociada a Internet. Políticas Públicas para el acceso, uso y desarrollo de la Internet en la República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología.
- REAL, M. L. (2007). NGN, Redes de Próxima Generación. Artículo.
- SENDÍN, E. A. (2004). Fundamentos de los sistemas de Comunicaciones Móviles. McGraw Hill.
- STALLINGS, W. (2004). Comunicaciones y redes de Computadores. Pearson educación.
- STALLINGS, W. (2002). Redes e Internet de Alta Velocidad. Rendimiento y Calidad de Servicio. Pearson Educación.
- TANENBAUM, A. S. (2003). Redes de Computadores. Pearson educación.
- TELECOM VENEZUELA. (2006). Estrategia de Desarrollo de Proyectos. Presentación.
- TELECOM VENEZUELA. (2006) Democratizar las Telecomunicaciones. Telépolis. Año 1 Número 1. Noviembre.
- U.I.T. (2002). Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T y la Reforma de la ICANN. Artículo.
- U.I.T. (2002). Unión Internacional de Telecomunicaciones. Implementación mundial del ENUM: documento didáctico. Artículo.
- U.I.T. (2005). Unión Internacional de Telecomunicaciones Folleto de Visión General del UIT-T
- U.I.T. (2005). Unión Internacional de Telecomunicaciones . Documento Informativo de la UIT: Aspectos de Tecnología y Política en Redes IP.
- U.I.T. (2006). Unión Internacional de Telecomunicaciones. Concepto y Arquitectura de las redes NGN. Elementos de Red.
- U.I.T. (2006). Unión Internacional de Telecomunicaciones. La UIT y el desarrollo de Internet.
- U.I.T. (2006) Unión Internacional de Telecomunicaciones). Redes basadas en el Protocolo de Internet (IP).
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. (1999). Fundamentos para los planes de marcación IP.
- VIVAS C. (2004). Voz sobre IP. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia.