

# Elaborar un plan de acción para la implementación de IPv6 en el Ecuador y fomentar su uso

Xiomara Rodríguez A.<sup>(1)</sup> Cindy Tejada Z.<sup>(2)</sup> PhD. Freddy Villao Q.<sup>(3)</sup>  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación.<sup>(4)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
[xioderod@espol.edu.ec](mailto:xioderod@espol.edu.ec)<sup>(1)</sup> [ctejada@fiec.espol.edu.ec](mailto:ctejada@fiec.espol.edu.ec)<sup>(2)</sup>  
Profesor FIEC-ESPOL, [fvillao@fiec.espol.edu.ec](mailto:fvillao@fiec.espol.edu.ec)<sup>(3)</sup>

## Resumen

*El inminente agotamiento de las direcciones de IPv4 generó el desarrollo del protocolo de Internet versión 6 (IPv6). Este protocolo provee una mayor cantidad de direcciones IP, además de incluir mejoras del protocolo IPv4. Es necesaria la adopción del IPv6 por las distintas entidades e instituciones alrededor del mundo para así lograr una convergencia a nivel de protocolo. Con esto se dispondría de una gran cantidad de direcciones IP que permitirán dar paso al desarrollo de nuevas tecnologías de vanguardia. Este trabajo consiste en un Plan de Acción conformado por tres fases, el mismo que tiene como principal objetivo implementar IPv6 en el Ecuador. Entre algunos de los criterios utilizados para el desarrollo del Plan de Acción en mención, han sido las diversas estrategias adoptadas por los países que actualmente cuentan con IPv6, así como las políticas emitidas en torno a IPv6 por instituciones internacionales y nacionales. Una inmediata adopción del protocolo IPv6 permitiría el crecimiento tanto tecnológico como económico en los distintos sectores como el Gobierno, la Industria, la Academia y la Sociedad Civil en general.*

**Palabras Claves:** IPv6, TIC, Internet, IPv4

## Abstract

*The depletion of the IPv4 addresses led the development and deployment of the Internet protocol version 6 (IPv6). This protocol provides a greater number of IP addresses and includes improvements to the IPv4 protocol. It is very important for the different agencies and companies all around the world to start the adoption of IPv6 in order to achieve a protocol level convergence. In consequence there will be a large number of IP addresses that will give way to the development of new cutting-edge technologies. This article consists of an Action Plan made up of three phases which main objective is to guide the deployment of IPv6 in Ecuador. Some of the criteria used for the development of this Action Plan was various of the strategies adopted by countries that currently have IPv6, as well as policies regarding IPv6 issued by international and national institutions. An immediate adoption of IPv6 would allow both technological and economic growth in many sectors such as Government, Industry, Academy and Civil Society.*

**Keywords:** IPv6, TIC, Internet, IPv4

## 1. Introducción

Durante los últimos años, se han desarrollado nuevas tecnologías que han masificado el uso del Internet a nivel mundial, entre ellas están las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), las cuales tienen como objetivo fundamental mejorar la calidad de vida de los habitantes, brindando facilidades de acceso a los usuarios sin importar el sitio donde se encuentren.

Se ha notado además la necesidad de conectar una mayor cantidad de dispositivos a Internet para brindar nuevos servicios a los usuarios, trayendo como consecuencia la masificación del uso de direcciones IPv4. La mayoría de los medios tradicionales de comunicación como la telefonía, mensajería, entre otros, han ido convergiendo en una única red de comunicación; Internet. Esta gran demanda ha acentuado las limitaciones presentes en el protocolo

IPv4 como cantidad de direcciones IP, falta de seguridad, entre otras. Como solución a esta problemática, durante la década de los 90, se desarrolló el protocolo IPv6 con el fin de reemplazar a IPv4 y situarse como protocolo IP principal.

A diferencia de otros países, en Ecuador, la implementación del protocolo IPv6 ha tenido una transición lenta, debido a la falta de iniciativa y difusión, así como políticas que no han sido establecidas en su totalidad. El principal objetivo de este trabajo es establecer un Plan de Acción para lograr la inmediata y rápida adopción del protocolo IPv6, lo cual permitiría el crecimiento tanto tecnológico como económico en los distintos sectores como el Gobierno, la Industria, la Academia y la Sociedad Civil en general.

## 2. Factores detonantes de las direcciones IP

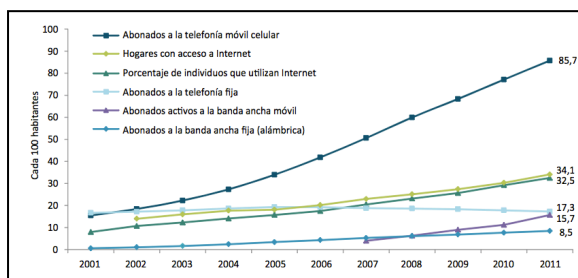
### 2.1. La Brecha Digital en el mundo y Brecha de la Banda Ancha

La implementación de la sociedad de la información en el mundo tiene como objetivo principal ofrecer, sin lugar a dudas, oportunidades sin distinciones para todos los miembros de un país. No obstante, se han generado enormes diferencias dentro de las poblaciones y países debido a la distribución desigual de las TIC. Esto ha provocado una división o brecha digital que distingue individuos y naciones mediante la accesibilidad selectiva a equipos y servicios que ofrecen estas tecnologías.

En la actualidad, debido a que la División Digital emerge en términos de diferencia en calidad y velocidad de acceso a las TIC, la Banda Ancha ha llegado a encabezar uno de los principales motivos de la existencia de la brecha digital en el mundo [1].

Si bien la banda ancha móvil ofrece mayor velocidad, mejor cobertura de conexión, movilidad y calidad, a la fecha hay países en los que se brinda acceso limitado a datos móviles. Esto ha provocado que no en todas las esferas se considere el uso de la banda ancha móvil donde es esencial la velocidad fiable, por ejemplo para la prestación de servicios públicos como comercio, educación, salud y demás relacionados al Gobierno.

Los abonados de la banda ancha móvil en el mundo se han incrementado desde el año 2009, llegando a superar a la banda ancha fija (véase la Figura 1). En el año 2011, con un 15,7% de penetración, la banda ancha móvil se situó por encima de la banda ancha fija que alcanzó un 8,5%.



Fuente: UIT (Octubre 2012, p.1) [2]

Figura 1. Abonados a la banda ancha móvil, en el mundo y por nivel de desarrollo, 2007 – 2011

### 2.2. Aparición masiva de dispositivos inteligentes

En la actualidad, existe una gran cantidad de dispositivos que ofrece soluciones al consumidor tales como comunicación de voz móvil y transmisión de datos (denominado internet móvil) con acceso a contenido en línea, diversas redes sociales, correo

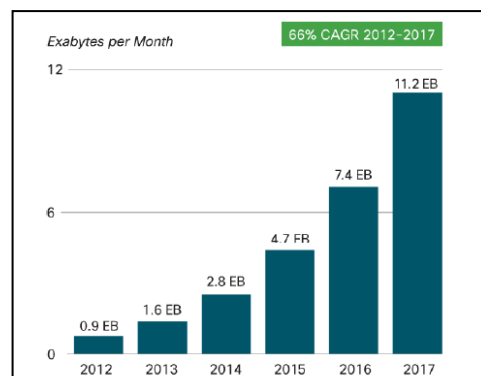
electrónico, mensajería instantánea e incluso video llamada, ya sea desde un teléfono celular o desde computadoras portátiles.

Tomando en cuenta el perfil y nivel de exigencia de los consumidores, se han personalizado los dispositivos de acuerdo a estilos y ritmos de vida, dando como resultado una gran diversificación. La personalización de los terminales trajo en primera instancia el surgimiento de nuevos dispositivos (tablets, eReaders), y la evolución de computadoras portátiles a ultraportátiles y de simples teléfonos celulares a teléfonos celulares Inteligentes (smartphones). [3]

La necesidad de acceder a la información en línea hizo que los proveedores incorporen direcciones IP en los dispositivos para conectarse entre sí y por ende formar redes intercomunicadas. [3]

### 2.3. Demanda de datos móviles en el mundo

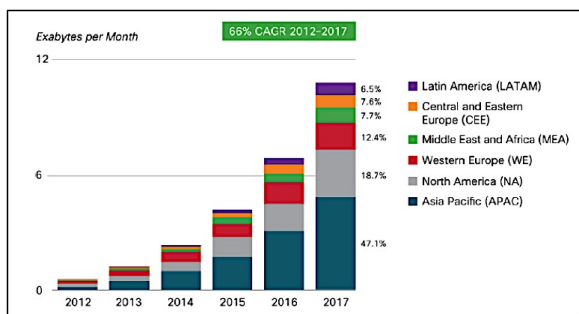
En la Figura 2 se puede apreciar una proyección del aumento del tráfico móvil en el mundo en el periodo de los años 2012 – 2017. Este crecimiento continuo se debe, en parte, al aumento drástico en el número de conexiones de Internet Móvil que incluyen dispositivos personales inalámbricos y aplicaciones Machine to Machine (M2M).



Fuente: Cisco Networking (Febrero 2013, p.5) [4]

Figura 2. Estimación de exabytes de tráfico de datos móviles por año

El estudio “Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017” de Cisco, muestra como las regiones de Asia Pacífico y América del Norte generarán más del 50% de tráfico global estimado para el año 2017. Mientras que el tráfico originado en Latinoamérica representa sólo un 6.5%, como se indica en la Figura 3. [5]



Fuente: Cisco Networking (Febrero 2013, p.6) [6]  
**Figura 3.** Estimación de tráfico de datos móviles por región

## 2.4. Agotamiento de bloques de direccionamiento IP

El 1 de febrero de 2011, en Miami, la Autoridad de Asignación de Números en Internet (IANA) (véase la sección 3.4) entregó los últimos cinco bloques de direcciones de Protocolo de Internet versión 4 a los Registros de Internet Regionales (RIR) (véase la sección 3.4) para la respectiva supervisión y posterior asignación de las direcciones IP. A partir de esto comenzó la transición gradual al Protocolo de Internet versión 6 (IPv6). [7]

La organización regional de Registro de Internet que supervisa la asignación de direcciones IP en África (AfriNIC), recibió el primero de los bloques IPv4 restantes, seguida del Asia Pacific Network Information Center (APNIC), American Registry for Internet Numbers (ARIN), y Latin America and Caribbean Network Information Centre (LACNIC). [7]

Se puede apreciar que el surgimiento de la brecha digital y banda ancha, el crecimiento de las TIC en el mundo y el aumento dramático de tráfico de datos dieron como resultado el despliegue masivo de recursos de Internet en todo el mundo así como la integración de más dispositivos terminales con capacidad IP que pueden conectarse directamente a la red. Esto provocó el consumo masivo de direcciones IP al punto de contar con una cantidad limitada de bloques de direccionamiento en la IANA.

## 3. Protocolos de Internet

Los protocolos de Internet versión 1, 2 y 3 fueron pruebas experimentales del diseño de una versión final y actualizada que recibió el identificador siguiente, el 4 (IPv4).

El protocolo de Internet versión 5 fue creado para un nuevo protocolo distinto al IP, el mismo que nunca llegó a implementarse por lo que no trascendió más allá del ámbito experimental. Como la versión número 5 ya estaba asignada, la nueva versión del protocolo IP tuvo que quedarse con el identificador siguiente, el 6 (IPv6).

El propósito principal de una dirección IP es proveer una dirección única a cada sistema para asegurar que una computadora en Internet pueda identificar a otra. [8]

Con el agotamiento de direcciones IPv4, el siguiente lote de direcciones electrónicas disponible por la IANA es el IPv6 que utiliza un sistema de 128 bits y cuenta con más de 340 sextillones de posibles direcciones. [8]

Luego de realizadas las respectivas pruebas de implementación se publicó la versión actual del IPv6 a finales del año 1998. Sin embargo, la transición de protocolos IPv4 al IPv6 se ha vuelto cada vez más compleja y su implantación muy complicada; comprende aspectos económicos, de política, operativos y principalmente técnicos y de ingeniería. [8]

### 3.1. Protocolo de Internet Versión 4 (IPv4)

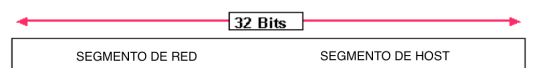
IPv4 constituye la primera versión de IP que fue implementada de forma extensiva. IPv4 es el principal protocolo utilizado en el Nivel de Red del Modelo TCP/IP para Internet. Fue descrito inicialmente en el Request For Comments (RFC) 791 elaborado por el Internet Engineering Task Force (IETF) en Septiembre de 1981. [8]

IPv4 es un protocolo orientado hacia datos que se utiliza para la comunicación entre redes a través de conmutadores (switches) de paquetes (por ejemplo a través de Ethernet). [8]

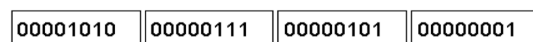
Entre las características más importantes de IPv4 están las siguientes:

- Es un protocolo de un servicio de datagramas no fiable “de mejor esfuerzo”.
- No proporciona garantía en la entrega de datos.
- No proporciona garantías sobre la corrección de los datos.
- Puede resultar en paquetes duplicados o en desorden. [8]

Una dirección IPv4 se conforma de 32 bits y tiene 2 partes: segmento de red y segmento de host, tal como se muestra a continuación en la Figura 4:



0000101000001110000010100000001



Fuente: Oracle Corporation (2010, pár.1) [9]

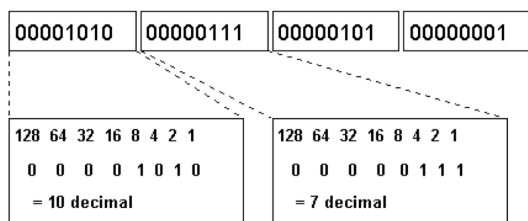
**Figura 4.** Dirección IPv4

El formato de la dirección IPv4 es conocido comúnmente como notación decimal, ejemplo: 10.7.5.1. Cada bit en el octeto tiene un valor binario tal como 128,64,32,16,8,4,2,1. [8]

El mínimo valor de un octeto es 0, lo que significa que todos sus bits son Ceros y el valor máximo de un octeto es 255, o sea todos sus bits son Unos. [8]

La dirección de 32 bits es dividida en 4 octetos de 8 bits cada uno el cual es representado por un número decimal de acuerdo al valor de sus ocho bits. [8]

En la Figura 5 se puede ver que el primer octeto de la dirección IPv4 es representado por el valor decimal de 10, mientras el segundo es representado en forma decimal de 7. [5]



Fuente: Oracle Corporation (2010, p.2) [10]  
**Figura 5.** Formato de direcciones IPv4

El Classless Inter-Domain Routing o enrutamiento entre dominios sin clases (CIDR) se introdujo en 1993 por IETF y representó la última mejora en el modo de interpretar las direcciones IP. Su objetivo principal fue proporcionar mayor flexibilidad al dividir rangos de direcciones IP en redes separadas. De esta manera permitió:

- Un uso más eficiente de las cada vez más escasas direcciones IPv4.
- Un mayor uso de la jerarquía de direcciones (agregación de prefijos de red), disminuyendo la sobrecarga de los enrutadores principales de Internet para realizar el encaminamiento. [8]

CIDR reemplazó a la clase de redes para nombrar direcciones IP. En vez de asignar bloques de direcciones en los límites de los octetos, que implicaban prefijos «naturales» de 8, 16 y 24 bits, CIDR usa máscaras de subred de longitud variable para hacer posible la asignación de prefijos de longitud arbitraria. [8]

A continuación en la Figura 6 se muestran los prefijos de distintas longitudes para redes IPv4, éstos pueden ir desde /0 a /32 y se asignan de acuerdo al número de host requeridos. Se indica además la máscara que se atribuye de acuerdo al prefijo seleccionado:

| CIDR | Hosts         | Máscara         |
|------|---------------|-----------------|
| /32  | 1             | 255.255.255.255 |
| /31  | 2             | 255.255.255.254 |
| /30  | 4             | 255.255.255.252 |
| /29  | 8             | 255.255.255.248 |
| /28  | 16            | 255.255.255.240 |
| /27  | 32            | 255.255.255.224 |
| /26  | 64            | 255.255.255.192 |
| /25  | 128           | 255.255.255.128 |
| /24  | 256           | 255.255.255.0   |
| /23  | 512           | 255.255.254.0   |
| /22  | 1,024         | 255.255.252.0   |
| /21  | 2,048         | 255.255.248.0   |
| /20  | 4,096         | 255.255.240.0   |
| /19  | 8,192         | 255.255.224.0   |
| /18  | 16,384        | 255.255.192.0   |
| /17  | 32,768        | 255.255.128.0   |
| /16  | 65,536        | 255.255.0.0     |
| /15  | 131,072       | 255.254.0.0     |
| /14  | 262,144       | 255.252.0.0     |
| /13  | 524,288       | 255.248.0.0     |
| /12  | 1,048,576     | 255.240.0.0     |
| /11  | 2,097,152     | 255.224.0.0     |
| /10  | 4,194,304     | 255.192.0.0     |
| /9   | 8,388,608     | 255.128.0.0     |
| /8   | 16,777,216    | 255.0.0.0       |
| /7   | 33,554,432    | 254.0.0.0       |
| /6   | 67,108,864    | 252.0.0.0       |
| /5   | 134,217,728   | 248.0.0.0       |
| /4   | 268,435,456   | 240.0.0.0       |
| /3   | 536,870,912   | 224.0.0.0       |
| /2   | 1,073,741,824 | 192.0.0.0       |
| /1   | 2,147,483,648 | 128.0.0.0       |
| /0   | 4,294,967,296 | 0.0.0.0         |

Fuente: ORACLE (2012, p.2, t.2) [11]  
**Figura 6.** CIDR IPv4

### 3.2. Protocolo de Internet Versión 6 (IPv6)

El IETF comenzó el desarrollo de este nuevo protocolo IPv6 en el año 1993, con el objetivo de solventar principalmente el problema de agotamiento de direcciones IPv4. A mediados del 1995 se tuvo el diseño final de IPv6.

IPv6 es el Protocolo de Internet definido en el RFC 2460 y diseñado para reemplazar al IPv4 que está actualmente implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a Internet. [12]

Diseñado por Steve Deering de Xerox PARC y Craig Mudge, IPv6 sujeto a todas las normativas a las que ha sido configurado tiene como objetivo sustituir a IPv4, cuya cantidad de direcciones IP disponibles se ha agotado en algunas regiones y en otras se está empezando a agotar y, por lo tanto, a restringir el crecimiento de Internet y su uso en todo el mundo, pero en especial en China, India y demás países asiáticos con gran densidad poblacional.

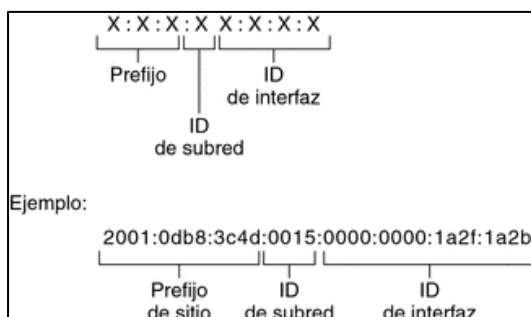
Se espera no sólo que IPv6 brinde una mayor cantidad de direcciones de red permanentes, sino que también mejore el servicio a nivel global. [12]

Entre las características más importantes de IPv6 están las siguientes:

- Direcciones ampliadas.
- Configuración automática de direcciones y descubrimiento de vecinos.
- Simplificación del formato del encabezado
- Más posibilidades en las opciones de encabezado de IP.
- Compatibilidad de aplicaciones con direcciones IPv6.

Una dirección IPv6 tiene un tamaño de 128 bits y

se compone de ocho campos de 16 bits, cada uno de ellos unido por dos puntos. Cada campo debe contener un número hexadecimal, a diferencia de la notación decimal con puntos de las direcciones IPv4. A continuación en la Figura 7 se muestra el formato de una dirección IPv6. [12]

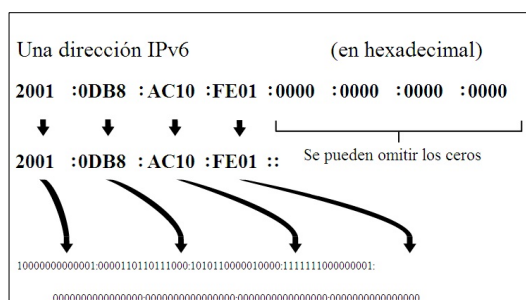


Fuente: Oracle Corporation (2013, p.3, fig.1) [13]  
**Figura 7.** Dirección IPv6

Los tres campos que están más a la izquierda (48 bits) contienen el prefijo de sitio que describe la topología pública que el ISP o el RIR suelen asignar al sitio (véase la sección 3.4). El campo siguiente lo ocupa el ID de subred de 16 bits que el administrador asigne al sitio, éste describe la topología privada, denominada también topología del sitio, porque es interna del sitio. Los cuatro campos situados más a la derecha (64 bits) contienen el ID de interfaz que se configura automáticamente desde la dirección Media Access Control (MAC) o dirección física única de interfaz de la red IPv6. [12]

Por ejemplo, la siguiente dirección IPv6: *2001:0db8:3c4d:0015:0000:0000:1a2f:1a2b* tiene 128 bits completos de una dirección IPv6. Los primeros 48 bits, 2001:0db8:3c4d, contienen el prefijo de sitio y representan la topología pública. Los siguientes 16 bits, 0015, contienen el ID de subred y representan la topología privada del sitio. Los 64 bits que están más a la derecha, 0000:0000:1a2f:1a2b, contienen el ID de interfaz del elemento de red. [12]

En la Figura 8 se pueden ver los ocho campos hexadecimales representados por valores binarios, los campos que se encuentran con valor de cero pueden omitirse:

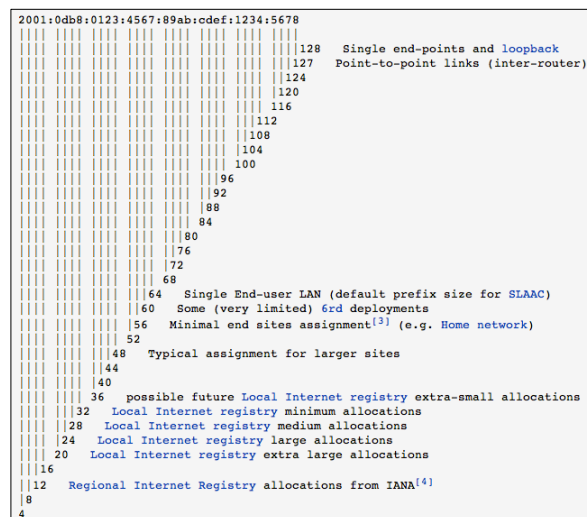


Fuente: ORACLE (2012, p.2 fig.1) [14]  
**Figura 8.** Formato de direcciones IPv6

Los diferentes tipos de enlaces de redes IPv6

pueden requerir diferentes tamaños de subred o prefijos tal como sucede para las redes IPv4. CIDR separa los bits del ID de subred de los bits del ID de interfaz, y selecciona prefijos de tamaños más pequeños con lo cual se obtienen redes más pequeñas pero con más direcciones dentro de ellas para la posterior asignación a cada una de las interfaces de la red IPv6. [12]

A continuación en la Figura 9 se muestran los prefijos CIDR utilizados en IPv6, éstos pueden ir desde /4 a /128 y se asignan de acuerdo al número de host requeridos. Se indican algunas de las funciones para las que se utilizan algunos prefijos, por ejemplo /127 se usa para enlaces punto a punto ya que proporciona 2 direcciones IP de host, mientras que los prefijos más solicitados por los RIR (véase la sección 3.4) van desde /12 a /32 con lo que se consigue el enrutamiento de redes extra grandes a pequeñas, respectivamente.



Fuente: Sevicios IPv6, ORACLE (2012, p.1)[15]  
**Figura 9.** CIDR IPv6

### 3.3. IPv4 versus IPv6

Diferencias de IPv6 respecto a IPv4:

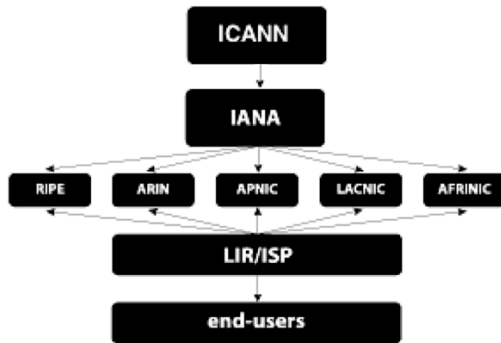
**Tabla 1:** IPv4 versus IPv6

|                            | Protocolo de Internet versión 4 (IPv4)         | Protocolo de Internet versión 6 (IPv6)                                      |
|----------------------------|--|---|
| Lanzado en                 | 1981   | 1999  |
| Tamaño de las direcciones  | Número de 32 bits                              | Número de 128 bits  |
| Formato de las direcciones | Notación decimal con puntos:<br>192.149.252.76 | Notación hexadecimal:<br>3FFE:F200:0234:AB00:0<br>123:4567:8901:ABCD        |
| Notación de prefijos       | 192.149.0.0/24                                 | 3FFE:F200:0234::/48   |
| Cantidad de direcciones    | 2 <sup>32</sup> = ~4,000,000,000               | 2 <sup>128</sup> = ~340,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000 |

Fuente: Montserrat Collado Rodríguez (2013, p.1) [16]

### 3.4. Administración de las direcciones IP

La responsabilidad de la administración del espacio de direcciones IP está distribuida globalmente de acuerdo con la estructura jerárquica descrita en el RFC 2050 y que se muestra a en la Figura 10:



Fuente: LACNIC (2012, f.2) [17]

**Figura 10.** Jerarquía de distribución de direcciones IP

En las siguientes secciones se dará una breve explicación de cada una de las entidades mostradas en la figura anterior:

#### 3.4.1 Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

La Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) es una organización internacional, sin fines de lucro, organizada y creada por la comunidad de Internet para ayudar a coordinar las áreas de responsabilidad de la IANA. [18]

Es responsable de la administración y coordinación del Sistema DNS, a fin de garantizar que cada dirección sea única y que todos los usuarios de Internet puedan encontrar todas las direcciones válidas. Esto se logra mediante supervisión de la distribución de direcciones IP y nombres de dominio únicos. También garantiza que cada nombre de dominio se asocie a la dirección IP correcta. [18]

#### 3.4.2. Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

La Internet Assigned Numbers Authority (IANA) es la entidad que supervisa la asignación global de direcciones IP, sistemas autónomos, servidores raíz de nombres de dominio DNS y otros recursos relativos a los protocolos de Internet. Actualmente es un departamento operado por el ICANN. [19]

#### 3.4.3. Regional Internet Registry (RIR)

Los Regional Internet Registry o Registros Regionales de Internet (RIRs) son establecidos y autorizados por las comunidades regionales respectivas, y reconocidos por la IANA para servir y representar grandes regiones geográficas. El rol principal de los RIRs es administrar y distribuir los

recursos de Internet dentro de las respectivas regiones. Mientras que la IANA asigna direcciones a los RIRs, cada RIR es responsable del siguiente nivel de asignación a las grandes entidades regionales como ISPs, instituciones educativas, organismos gubernamentales y las empresas privadas. [20]

Existen 5 RIRs que administran los bloques de direccionamiento IP a nivel mundial (Véase la Figura 11). [20]



Fuente: IANA (2005, <http://www.iana.org>) [21]

**Figura 11:** Distribución de RIRs en el mundo

Los 5 RIRs existentes a nivel mundial se mencionan a continuación:

- American Registry for Internet Numbers (ARIN) para América Anglosajona.
- RIPE Network Coordination Centre (RIPE NCC) para Europa, el Oriente Medio y Asia Central.
- Asia-Pacific Network Information Centre (APNIC) para Asia y la Región Pacífica.
- Latin American and Caribbean Internet AddressRegistry (LACNIC) para América Latina y el Caribe.
- African Network Information Centre (AfriNIC) para África. [20]

#### 3.4.4. Local Internet Registry (LIR)

El Local Internet Registry (LIR) es un Registro de Internet local que asigna recursos de Internet a usuarios de los servicios de red que éste provee. Los LIRs son generalmente Internet Services Providers o Proveedores de Servicios de Internet (ISPs), cuyos clientes son principalmente usuarios finales y posiblemente otros ISPs. [20]

#### 3.4.5. End-users

Un End-user es definido como un usuario final (suscriptor) que tiene una relación de negocios o legal (misma o entidades asociadas) con un ISP que involucra al proveedor de servicios transportando el tráfico del usuario final. [20]

### 4. Experiencias internacionales

Ciertos países han comenzado con el proceso de transición a IPv6, algunos se encuentran bastante avanzados como Australia, Hong Kong, China, mientras que en otras Naciones el proceso se encuentra en la fase de planificación. A continuación

se mostrará el plan o estrategias que se ha tomado en algunos países en pro de la implementación del IPv6: En India, el uso de IPv6 en las plataformas/aplicaciones relativas a la gobernanza electrónica se realizó bajo mandato. El Gobierno aseguró compatibilidad de IPv6 en su propia adquisición de equipos para sus sistemas y redes de infraestructura y a través de organizaciones gubernamentales se han realizado talleres y seminarios para concientizar sobre IPv6 entre la comunidad de ISPs y usuarios finales. [21]

En Hong Kong, por otra parte, el Gobierno ha apoyado la investigación académica en IPv6 desde 2003 proporcionando fondos para establecer una conexión IPv6 entre académicos de Hong Kong y la red de investigación (HARNET) de América del norte. En 2008, a través de la mejora de la red troncal del Gobierno, los sistemas de oficinas y departamentos pudieron ser interconectados utilizando IPv6. En 2009, se pudo acceder a más de 200 sitios web. [21]

Mientras que, en Estados Unidos el despliegue de IPv6, debido a que no fue un mandato gubernamental no existieron exigencias en el sector comercial. Esto volvió lenta la transición ya que los proveedores de equipos no encontraron el beneficio económico de implementar el software/hardware necesario para una pronta transición. [21]

En Colombia, la red del Ministerio de la Información y Comunicaciones (MinTIC) de Colombia solicitó a todas las entidades gubernamentales adopten las medidas necesarias para garantizar la adopción de IPV6 y el cumplimiento de las metas según el Plan Vive Digital. [21]

## 5. Transición de IPv4 a IPv6

Uno de los objetivos de la transición a IPv6 fue que pudiese ésta realizarse en paralelo con el protocolo IPv4, es decir en coexistencia con ambos protocolos. En base a estas premisas se diseñaron mecanismos que pudiesen ayudar a la coexistencia entre ambas versiones.

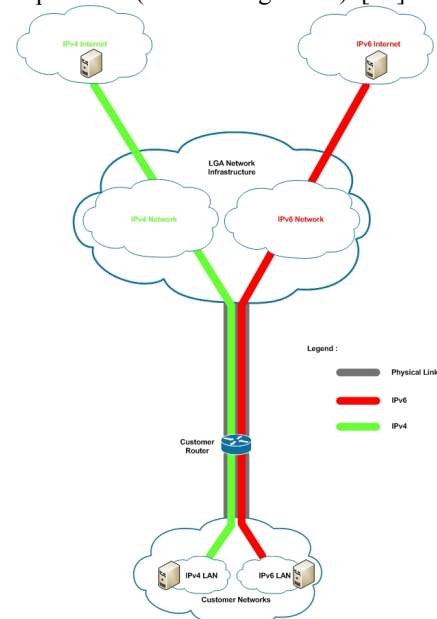
En un comienzo se pensó que la adopción gradual de IPv6 crecería lo suficiente como para desplazar totalmente al protocolo IPv4 antes de su agotamiento, sin embargo no sucedió así. Es por esta razón que los mecanismos de transición tienen hoy en día una relevancia incluso mayor. [21]

Los mecanismos de transición de acuerdo al tipo de técnica que utilizan pueden ser Dual Stack, Túneles o de Traducción.

### 5.1. Dual stack

Requiere de suficiente cantidad de direcciones IPv4 para poder desplegar las dos versiones del protocolo en paralelo en toda la red. De esta forma, cuando se establece una conexión hacia un destino

sólo de IPv4, se utilizará la conectividad IPv4 y si es hacia una dirección IPv6, se utilizará la red IPv6. En caso que el destino tenga ambos protocolos, preferirá intentar conectar primero por IPv6 y en segunda instancia por IPv4 (véase la Figura 12). [22]

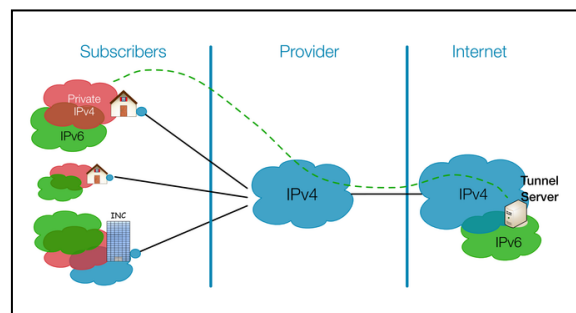


Fuente: IPv6 Act Now (2012, p.11) [23]

**Figura 12: Dual Stack**

### 5.2. Túneles

Se utilizan túneles encapsulando IPv6 dentro de IPv4, permitiendo de esta forma atravesar redes que no manejan IPv6, pero también se puede encontrar la situación inversa. Los túneles más comunes son los túneles manuales y los túneles automáticos. Los túneles manuales se deben configurar explícitamente en algún equipo de la red, mientras que los automáticos se configuran automáticamente en algunos sistemas operativos (véase la Figura 13). [22]



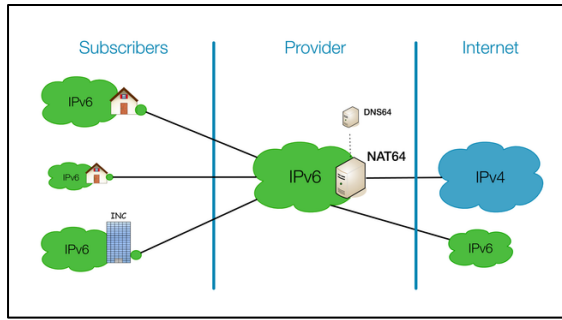
Fuente: IPv6 Act Now (2012, p.12). [24]

**Figura 13: Túneles**

### 5.3. Traducción

Esta técnica consiste en utilizar algún dispositivo en la red que convierta los paquetes de IPv4 a IPv6 y viceversa. El dispositivo debe ser capaz de realizar la

traducción en los dos sentidos de forma que exista comunicación (véase la Figura 14). [22]

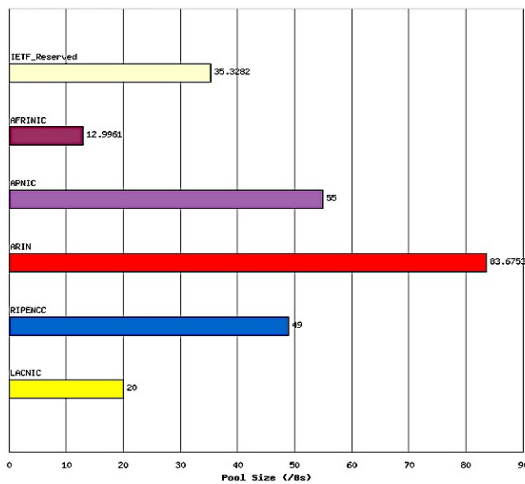


Fuente: IPv6 Act Now (2012, p.13) [25]

**Figura 14: Traducción**

## 6. Estadísticas de IPv4 e IPv6 en el mundo

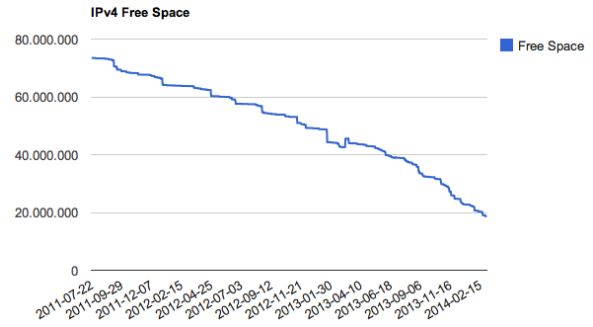
Tal como se vio en la Sección 3.4, el pool de los números distribuidos es administrado por los distintos RIRs que existen para cada continente. En la Figura 15, se muestra la distribución de bloques de direcciones IPv4 que han sido otorgados a cada RIR por el IANA hasta el año 2013. [26]



Fuente: Houston G (n. f. p.45) [27]

**Figura 15: Estado del pool de direcciones IPv4 por cada RIR**

LACNIC, como RIR para Latinoamérica es responsable del registro, asignación y distribución de 11,13/8s (186,730,240 direcciones IPv4). La cantidad de direcciones disponibles hasta el 15 de febrero de 2014 se muestra en la Figura 16:

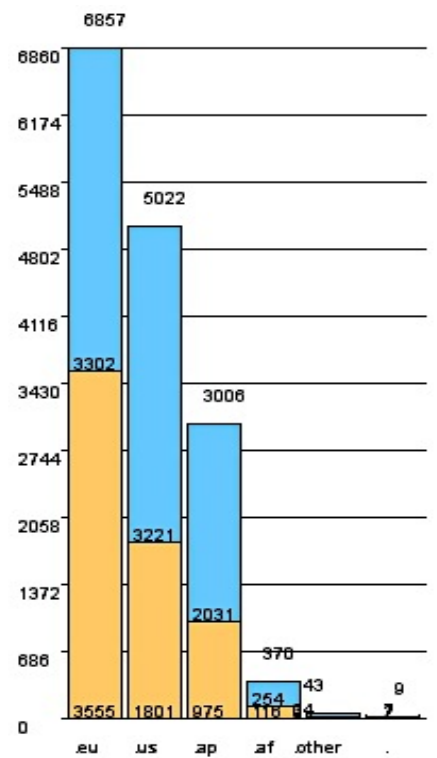


Fuente: LACNIC (2013, p.2 fig. 1) [28]

**Figura 16: Espacio de direcciones IPv4 disponibles en LACNIC**

En lo que respecta a las estadísticas de asignación de direccionamiento IPv6, se tienen los Default Free Prefixes o Prefijos Libres por Default (DFPs) los cuales determinan la cantidad de direcciones que se distribuye a ISPs por los distintos RIRs a nivel mundial. [29]

La Figura 17 muestra los DFP de IPv6 asignados por cada continente. Los que se encuentran en color naranja son los que han sido asignados a LIRs e ISPs, mientras que los pintados en celeste no han sido asignados a los usuarios finales. Se puede ver que África es el continente con menor cantidad de prefijos asignados mientras que Europa tiene el mayor número de prefijos liderando el avance de implementación y propagación del IPv6. [29]



Fuente: Boker SixXS (2013, pár.6) [30]

**Figura 17: IPv6 DFP por continente**

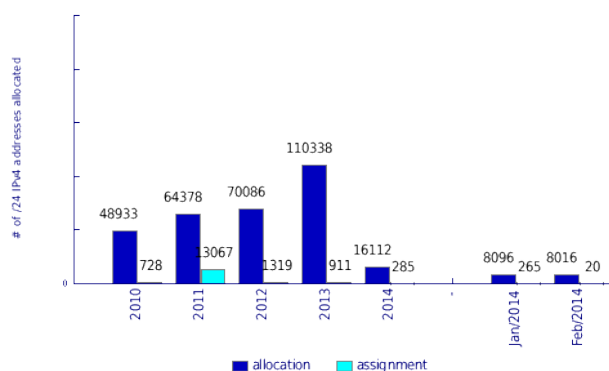
En las Figuras 18 y 19 se muestran los bloques de



direccionamiento IPv4 e IPv6, con prefijos /32 y /24, respectivamente, asignados por LACNIC a la fecha marzo de 2014. Por 'allocation' se entiende los bloques de direccionamiento entregado a los distintos LIRs e ISPs para la posterior asignación a los usuarios finales (End-users), mientras que por 'assignment' se entiende los bloques de direccionamiento asignados a los usuarios finales.

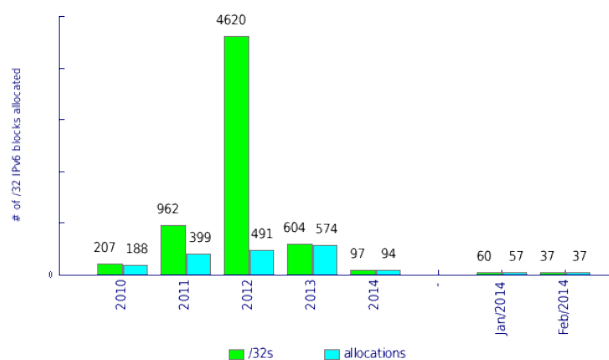
Analizando ambas figuras, se puede observar que la cantidad de bloques IPv4 asignados a los distintos LIRs e ISPs supera proporcionalmente a la cantidad de bloques IPv6 asignados. No obstante, los bloques de direccionamiento IPv6 asignados a los usuarios finales supera a la estadística de IPv4. El año 2012 fue el de mayor asignación de direccionamiento IPv6 con 4620 bloques de prefijo /32 a los LIRs e ISPs, y 491 bloques asignados a los usuarios finales. Mientras que el año 2013 fue el de mayor asignación de direccionamiento IPv4 con 110338 bloques de prefijo /24 a los LIRs e ISPs, y 911 bloques asignados a los usuarios finales.

En el año 2013 la asignación de direccionamiento IPv6 disminuyó con 604 bloques a los LIRs e ISPs, frente a 110338 bloques de IPv4.



Fuente: LACNIC (2014, p.2) [31]

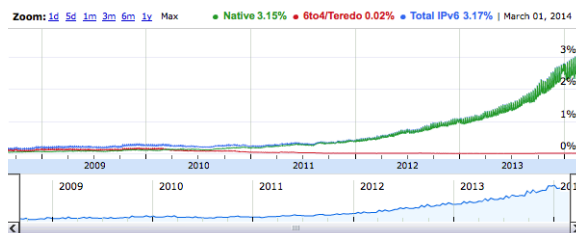
Figura 18: IPv4 Blocks (as at-Mar-2014)



Fuente: LACNIC (2014, p.23) [32]

Figura 19: IPv6 Blocks (as at-Mar-2014)

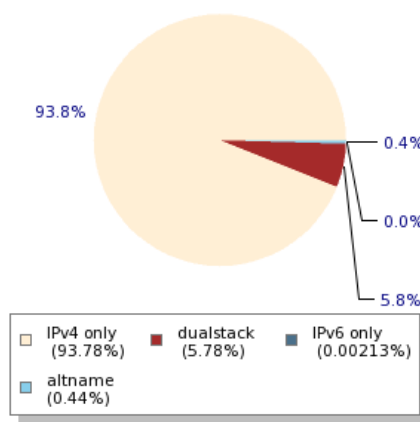
En la Figura 20 se puede apreciar que el porcentaje de tráfico IPv6 que ve Google, a la fecha marzo 2014, es de aproximadamente 3,17%, siendo el 3,15% de tráfico nativo IPv6 y 0,02% de tráfico de transición 6to4.



Fuente: IPv6 MX (2014, p.1, pár3) [33]

Figura 20: Reporte sobre el tráfico de IPv6 que ve Google

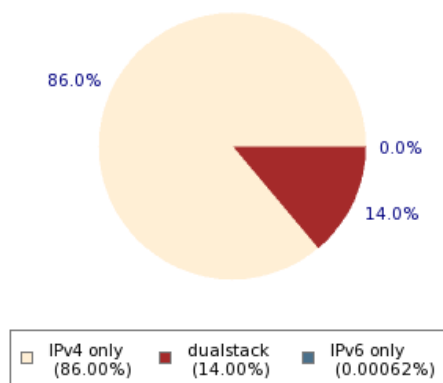
De la Figura 21 se observan estadísticas de utilización IPv4 e IPv6 en servicios web a nivel mundial, a la fecha marzo 2014. Se ve que IPv4 nativo ocupa el 93.8%, mientras que IPv6 nativo es de 0,00213%. Por otra parte, el 5,78% es dualstack y 0,44% es IPv6 sobre IPv4 por medio de cualquier otro de los mecanismos de transición existentes.



Fuente: 6lab.cz (2014) [34]

Figura 21: Porcentaje de servicios web que utilizan IPv4 e IPv6 a nivel mundial

De la Figura 22 se observan estadísticas de utilización IPv4 e IPv6 en servicios de mail a nivel mundial, a la fecha marzo 2014. Se ve que IPv4 nativo ocupa el 86%, IPv6 nativo ocupa 0,0062%, mientras que 14% es dualstack.



Fuente: Fuente: 6lab.cz (2014) [35]

Figura 22: Porcentaje de servicios mail que utilizan IPv4 e IPv6 a nivel mundial

## 7. Situación actual en Ecuador

### 7.1. IETF-EC: Internet Engineering Task Force Ecuador

La transición a IPv6 en Ecuador ya ha comenzado, por lo cual y por iniciativa de la Asociación de Empresas Proveedoras de Servicios de Internet, Valor Agregado, Portadores y Tecnologías de la Información (AEPROVI) se creó la Fuerza de Trabajo de IPv6 de Ecuador (IPv6TF-EC). [36]

El IPv6TF-EC es un grupo de trabajo con participación abierta creado en el año 2009. Cualquier ecuatoriano/a puede participar en las discusiones y actividades del grupo de trabajo. [36]

Entre los miembros actuales tenemos a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), AEPROVI, Proveedores y en general los siguientes sectores:

- Industria (proveedores de Internet, desarrolladores de software).
- La Academia.
- Gobierno.
- Sector educativo (universidades e Institutos de investigación).
- Usuarios (sector bancario, usuarios en general).

Los objetivos del IPv6TF-Ec son:

- Ser fuente de información relacionada con IPv6.
- Coordinar labores de capacitación y difusión sobre IPv6.
- Coordinar los esfuerzos de los diferentes actores del Internet ecuatoriano para una eficaz y pronta adopción del IPv6.
- Establecer permanente comunicación e identificar oportunidades de colaboración con los Grupos de Trabajo de otros países y regiones. [36]

### 7.2. Políticas públicas emitidas en torno a IPv6

El Ministerio de Telecomunicaciones y de Sociedad de la Información (MINTEL) ha emitido dos acuerdos ministeriales que contienen las políticas públicas relacionadas a la Implementación de IPv6 en Ecuador.

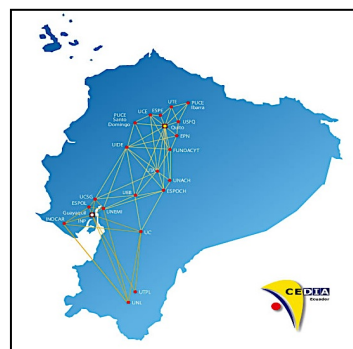
Mediante el Acuerdo No. 007-2012 del MINTEL, con fecha enero 2012, se requirió que las Instituciones y Organismos del Sector Público, la implementación en sus sitios web y plataformas de servicios electrónicos, el soporte y compatibilidad con el protocolo IPv6 de manera coexistente con el protocolo IPv4, con la finalidad de generar tráfico IPv6 a nivel nacional y permitir que dichos recursos públicos sigan siendo visibles desde el resto de mundo, dado que en algunos países ya se está empezando a utilizar IPv6. También se requirió que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) ejecutara las acciones y procedimientos administrativos y normativos necesarios con el fin de que los

Proveedores de Servicio de Internet ISPs y portadores nacionales, admitieran en sus redes, plataformas y sistemas el curso normal de tráfico de IPv6 en coexistencia con IPv4. [37]

En el Acuerdo No. 039-2012 del MINTEL, con fecha Junio 2012, se aprobaron diversas estrategias de acción para el fomento en la adopción y coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6, una de ellas fue que el proceso de incorporación y adopción del protocolo de internet IPv6 sea impulsado por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información dentro del programa “Recursos de Banda Ancha” que forma parte del Plan Nacional de Banda Ancha; las empresas públicas de telecomunicaciones deberían realizar las acciones que correspondan, para que en el plazo de 45 días contados a partir de la publicación de este acuerdo, admitan en sus redes, plataformas y sistemas el curso mal de tráfico de IPv6 nativo en coexistencia con IPv4. Otra fue la incorporación del protocolo IPv6 de forma existente con Ipv4 en los sitios web [www.mintel.gov.ec](http://www.mintel.gov.ec) y [www.conatel.gov.ec](http://www.conatel.gov.ec) así como en las plataformas de servicios electrónicos asociadas a los portales web tanto del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información como del Consejo Nacional de Telecomunicaciones y Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. [38]

### 7.3. Entidades que cuentan con IPv6

Entre los principales proveedores de Internet está Telconet, el cual cuenta con la única red IPv6 en el país. (véase la Figura 23). [39]



TELCONET (2012, p.2 fig.3) [40]

**Figura 23:** Red Nacional de fibra óptica de Telconet

Entre las ciudades que Telconet ha implementado IPv6 están: Guayaquil, Quito, Milagro, Ambato, Riobamba, Ibarra, Cuenca, Guaranda, Loja. [41]

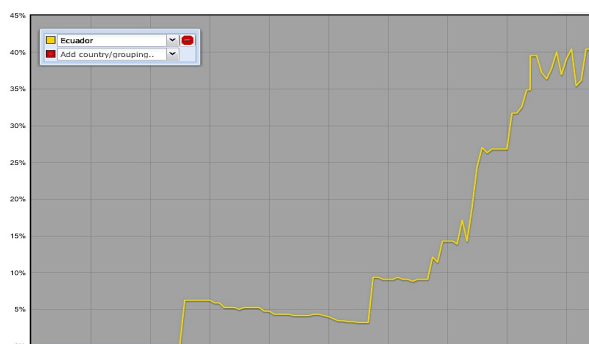
Otro importante proveedor de Internet es Transnexa, que a finales del mes de Febrero 2011 adquirió el bloque IPv6 2800:6600::/32 a través de LACNIC, y hasta el mes de mayo de 2011, terminó de adecuar su plataforma IP/MPLS soportada a través de su red de fibra óptica, para el transporte de tráfico IPv6 en forma nativa convirtiéndose en uno de los pioneros del país. [42]

La red regional de Transnexa abarca las ciudades de Manta, Milagro, Quevedo, Cuenca, Guayaquil, Machala, Loja, Zamora, Riobamba, Macas, Puyo, Tena, Coca, Tulcán, Santo Domingo. [42]

En el sector académico se tiene avance de implementación del IPv6 en ciertas ciudades del país como la Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad de Loja y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

#### 7.4. Estadísticas IPv6 en Ecuador

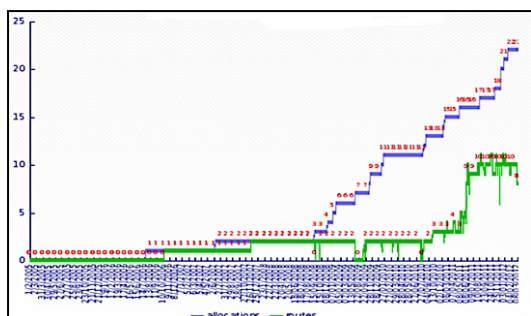
En base a los sistemas autónomos de los países que utilizan los archivos de estadísticas RIR, se evaluó la exactitud de la cartografía mostrada en la Figura 24 en la cual se aprecia el porcentaje de redes que anuncia el prefijo IPv6 para el caso particular de Ecuador. SixXS(2012). [43]



Fuente: RIPE NCC (2013, f.2) [44]

**Figura 24:** Porcentaje de redes que anuncia un prefijo IPv6 para Ecuador

A continuación, veremos el número de direcciones que LACNIC ha asignado a Ecuador versus la cantidad de direcciones ruteadas. En la Figura 25 se puede visualizar que más de la mitad de direcciones IPv6 que le han sido asignadas aún no han sido ruteadas.



Fuente: RIPE NCC (2013, f.2) [44]

**Figura 25:** Número de direcciones IPv6 asignadas versus direcciones ruteadas en Ecuador

## 8. Lineamientos para impulsar el Despliegue de Ipv6 en Ecuador

La disponibilidad de una mayor cantidad de direcciones IP, seguridad integrada, diseño moderno para el enrutamiento de los paquetes en las redes, entre otras, son algunas de las características que conllevan a ofrecer nuevos servicios basados en IPv6. Lo que nos da como resultado la necesidad imperiosa de implementar el protocolo de Internet IPv6, en las infraestructuras de redes de las diversas instituciones tanto públicas como privadas de Ecuador.

La falta de lineamientos y políticas públicas no ha permitido que Ecuador esté a la vanguardia tecnológica, limitando su crecimiento técnico e interconexión con otros países; es por esto que se considera necesario que se desarrolle un Plan de Acción para iniciar el proceso de transición del protocolo IPv4 e IPv6 y dinamizar la incorporación de tráfico nativo IPv6 en Ecuador.

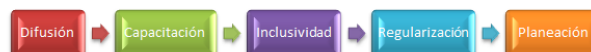
El Plan de acción que se propone en este estudio para la fomentación, implementación y despliegue del IPv6 en Ecuador se compone de tres etapas: preparación, transición e implementación. Inicialmente, se plantea ejecutar este plan en los Ministerios y diversas Instituciones públicas, siendo un proceso que pueda luego aplicarse en la empresa privada. El Plan de Acción se presenta en la Figura 26.



**Figura 26:** Esquema del Plan de Acción de IPv6 en Ecuador

### 8.1 Etapa de preparación

La etapa de Preparación para la transición a IPv6 consiste en las actividades de difusión, capacitación, inclusividad, regularización, y planeación en cada una de las instituciones públicas. En la Figura 27 se muestra la etapa de preparación.



**Figura 27:** Actividades de la etapa de preparación

#### 8.1.1 Difusión

- Se logrará la sensibilización en usuarios de Internet masivo mediante actividades de

promoción y divulgación tales como cursos virtuales, cartillas digitales, eventos.

- El MINTEL debería desarrollar un sitio Web, en el que se difunda información, noticias y avances de la implementación del IPv6 en Ecuador, a fin de que la ciudadanía en general comprenda la importancia e inminente necesidad de implementar IPv6 de una manera sencilla y segura. Además, mostrar en este apartado, estadísticas actualizadas de la asignación y uso de bloques de direccionamiento IP asignados a los distintos ISPs del país.

### 8.1.2 Capacitación

- El MINTEL debería ponerse en contacto con todas las instituciones públicas y privadas para determinar un programa integral de capacitación IPv6, el cual sería dirigido al personal directivo y técnico.
- Las instituciones públicas deben coordinar con sus proveedores de hardware y software, cursos de capacitación de los equipos que se colocarán en gestión, esto es sumamente importante ya que se requiere que el personal de las distintas entidades se encuentre debidamente entrenado para el manejo de los mismos en el trabajo diario y troubleshooting.
- La creación de un Centro Técnico de IPv6 debería ser coordinada por el MINTEL y será el encargado de realizar pruebas experimentales de estabilidad e interoperabilidad de IPv6, con el objetivo de detectar posibles fallas y validar la configuración necesaria de nuevos equipos que incluyan compatibilidad con el protocolo IPv6.

### 8.1.3 Inclusividad

- Inclusión de IPv6 dentro de los pensum curriculares de carreras técnicas del Sistema de Educación Superior (SES). Existe gran déficit de personal calificado para enfrentar la adopción de IPv6. Con el fin de asegurar la competitividad y avance de la infraestructura de telecomunicaciones, el Estado, mediante el Consejo de Educación Superior (CES) y el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la calidad de la Educación Superior (CEAACES), debería incentivar la inclusión del estudio del protocolo IPv6 en las mallas curriculares de carreras afines de las Instituciones del SES.
- Promoción de IPv6 mediante el impulso de nuevos planes tecnológicos, financiando proyectos de investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de información basadas en IPv6 como el servicio de portal IPv6 (página web didáctica a implementarse), seguridad pública IPv6, teléfonos Internet basados en IPv6, monitoreo de desastres

IPv6 y el servicio administrativo de todos los entes públicos.

### 8.1.4 Regularización

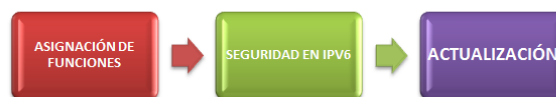
- El Estado, mediante su Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, debería asegurarse que todos los proveedores de servicios de Internet, ISPs, posean IPv6 habilitado en sus redes de core, indicando expresamente la conectividad tanto con IPv4 como con IPv6 en los puntos de intercambio de tráfico.
- Los ISPs deberán, en un plazo de tiempo determinado, establecer y ejecutar su propio plan de adopción de IPv6, independientemente de las peticiones de sus usuarios, y los proveedores que ya hayan iniciado su plan de transición deberán demostrar los avances y cumplimiento a la SUPERTEL.

### 8.1.5 Planeación

- Equipamiento: las entidades deben comprometerse a tomar una decisión integral con respecto al hardware que van a utilizar. En base a la experiencia internacional, se puede ver que esta toma de decisión es vital, ya que de ella dependerá la compatibilidad con el protocolo IPv6 en los distintos sistemas.
- Evaluaciones de riesgo y amenaza (TRAs).- Es importante que las instituciones tomen en cuenta que los riesgos y amenazas de seguridad que vienen de la mano con IPv6 sean considerados como parte de las amenazas y riesgos de sus redes.

## 8.2 Etapa de Transición

La etapa de Transición se basa en cómo las entidades planifican, realizan y gestionan las siguientes tareas para la operatividad de IPv6. Esta etapa comprende las acciones de asignación de funciones, seguridad en IPv6 y actualización (véase la Figura 28).



**Figura 28:** Actividades de la etapa de Transición

### 8.2.1 Asignación de funciones

- El MINTEL debe designar como veedores a los ministros de cada sector, de manera que sean responsables de inspeccionar el proceso del plan de adopción de IPv6 en sus respectivas áreas encargadas. Cada ministro delegará funciones y colocará líderes dentro de su ministerio para el proyecto en mención.

## 8.2.2 Actualización

- Actualización del Hardware.- Las instituciones deben asegurarse de que todo el hardware (equipos), inclusive los que se tienen en stock para usarse en proyectos futuros, estén habilitados para la configuración de IPv6. En la finalización de esta etapa de Transición, las instituciones deberán encontrarse suficientemente preparadas para enviar y recibir paquetes IPv6, es decir para operar servicios Ethernet IPv6 de manera segura.
- Actualización de sistemas operativos.- Los sistemas operativos de las empresas deben actualizarse de manera que garanticen la compatibilidad y capacidad para la configuración de IPv6.
- Actualización de aplicaciones.- Las instituciones deben actualizar sus aplicaciones para garantizar la compatibilidad y capacidad para la configuración de IPv6. Se debe determinar la prioridad de actualización de ciertas aplicaciones sobre otras de acuerdo a la capacidad que tienen para obtener o prestar servicios a las empresas.
- Actualización de los Gateway.- Las empresas deben actualizar sus gateways o colaborar en conjunto con sus proveedores de servicios de Gateway con el objetivo de preparar los sistemas para el despliegue de IPv6.

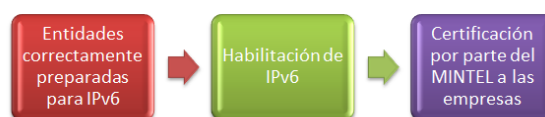
## 8.2.3 Seguridad en IPv6:

- Las entidades deben asegurarse de que las capacidades de IPv6 a ser configuradas en los sistemas, cuenten con un nivel de seguridad adecuado para evitar posibles amenazas a los servicios.
- Las entidades deberían comprometerse a la transición progresiva de los equipos que en la actualidad operan solamente con IPv4, a IPv6. Adicionalmente, las actualizaciones tanto de hardware como software deben realizarse como parte de los ciclos de actualización regulares propios de cada institución.
- Los diseñadores e ingenieros de networking de las distintas instituciones deben desarrollar las estrategias que más se adecuen a las arquitecturas de sus redes. Esto con la finalidad de que, la etapa de transición, se complete de una manera segura y con la menor cantidad de incidencias que afecten a los servicios con los que se trabajará.

## 8.3 Etapa de implementación

En la etapa de Implementación para el posterior despliegue del IPv6 (véase la Figura 29), se requiere cerciorarse qué tan preparadas se

encuentran las entidades para comenzar en sus operaciones con IPv6.



**Figura 29:** Actividades de la etapa de Implementación

### 8.3.1 Entidades correctamente preparadas para IPv6

- Las instituciones deben llevar a cabo pruebas finales de software y hardware para la configuración y puesta en marcha de IPv6. Para esto, deben asegurar que todos los sistemas (incluyendo aplicaciones) se encuentren funcionando correctamente y que el nivel de conectividad sea el esperado.

### 8.3.2 Habilitación de IPv6

- Una vez las instituciones hayan realizado y pasado las respectivas pruebas y evaluaciones de seguridad, riesgo y amenazas en las plataformas de IPv6, se encontrarán listas para habilitar IPv6 según el plan de transición.
- El MINTEL debería consultar con los proveedores implicados en el proceso de cambio de protocolo, con el objetivo de tener en consideración los resultados obtenidos de las pruebas mencionadas anteriormente. Esto para coordinar las actividades de migración al nuevo protocolo.

### 8.3.3 Certificación por parte del MINTEL a las Instituciones

- El MINTEL debería certificar la finalización de la estrategia mediante un reporte general al Gobierno. Esto con el objetivo de dar a conocer la situación en que se encuentran las instituciones en el proceso de la implementación del IPv6 en sus redes. Una vez finalizada la etapa de implementación de IPv6 en el backbone de la red de los sectores del Estado, se deben plantear estrategias con los diferentes sectores (académico, industrial), en las cuales el MINTEL debe desempeñar los roles de coordinación y auditoría, obteniendo resultados que permitan evaluar y mejorar el proceso en caso de ameritarlo.

A continuación se muestra en la Tabla 2 un cronograma con los tiempos estimados y fechas tentativas de cada fase del proceso propuesto:

**Tabla 2:** Cronograma propuesto para la implementación de IPv6

| Etapa          | Tiempo estimado | Fechas tentativas               |
|----------------|-----------------|---------------------------------|
| Preparación    | 4 meses         | Enero 2014 – Mayo 2014          |
| Transición     | 6 meses         | Mayo 2014 – Noviembre 2014      |
| Implementación | 1 año           | Noviembre 2014 – Noviembre 2015 |

## 9. Conclusiones

- IPv6 resuelve el agotamiento de direcciones del protocolo IPv4, y cualquier organización que no planifique con urgencia la incorporación de IPv6 en sus plataformas virtuales, podría incurrir en poco tiempo en pérdidas para su negocio al no ser accesible por usuarios de Internet.
- IPv6 causa gran impacto tecnológico en la sociedad, por las aplicaciones que brinda y las nuevas dimensiones en lo que se refiere a educación y salud en línea, permitiendo la masificación de la conectividad y acceso a internet.
- Los proveedores de contenidos y servicios en el Ecuador no tienen clara la necesidad de la adopción, lo que ha frenado la incorporación del protocolo, ya que no existen gran demanda del mismo. La industria de software con IPv6 debe ir creciendo, sin embargo la industria de hardware de consumo masivo nacional es prácticamente inexistente. Por otro lado, la implementación del protocolo IPv6 de los proveedores de servicios de internet requiere una alta inversión y existe una carencia de recursos económicos.
- Ecuador ha tenido un amplio despliegue en asignaciones de direcciones IP otorgadas por LACNIC en los últimos años, pero menos del 30% de éstas han sido ruteadas, dando lugar a que no aumente el tráfico IPv6 en el país y por ende éste no sea visible a nivel mundial.
- La mayoría de los proveedores de internet locales, no consideran prioritario la adopción del nuevo protocolo para continuar brindando los servicios que actualmente ofrecen, es por eso que no se ha dado un incremento notable en el despliegue de IPv6 en Ecuador.
- La falta de conocimiento acerca de IPv6 en Ecuador ha sido el principal obstáculo para su implementación. Existe una deficiente difusión por parte de las autoridades competentes y por otra parte, los proveedores de contenidos y servicios no tienen clara la necesidad de la adopción, lo que ha frenado la incorporación del protocolo ya que no existen gran demanda del mismo
- Para llegar a una pronta adopción de IPv6 en Ecuador, se requiere el compromiso y cooperación de todos los sectores involucrados entre ellos las instituciones de Gobierno, industria y Academia.

## 10. Recomendaciones.

1. Para asegurar una transición exitosa de IPv4 a IPv6 en Ecuador, los diferentes actores de la industria deberían realizar acciones como por ejemplo:

- Los proveedores de Internet deberían entregar a sus usuarios la posibilidad de conectarse a través de IPv6.
- Las empresas de contenidos web deberán ofrecer sus servicios sobre IPv6.
- Los desarrolladores de sistemas operativos deberán implementar actualizaciones específicas para IPv6.
- Los proveedores de backbones deberán establecer la conectividad IPv6 entre ellos.
- Los proveedores de hardware deberán desarrollar actualizaciones de firmware para la compatibilidad IPv6 de sus dispositivos.

2. Sugerimos que el Gobierno, a través de MINTEL, teniendo en cuenta sus diversos organismos regulatorios, acoja este plan para lograr la implementación absoluta del protocolo IPv6 en el Ecuador.

3. A través del Centro Técnico de IPv6 propuesto en este estudio, se debería lograr un mayor involucramiento del Gobierno, la Industria, y Academia ante la problemática que representa la implementación de IPv6 en el Ecuador.

## 11. Bibliografías.

- [1] Zhao, H. (2010). La Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información y la brecha de la banda ancha: obstáculos y soluciones. Obtenido en Mayo 16, 2013. Disponible en: <http://www.un.org/wcm/content/site/chronicle/cache/bypass/lang/es/home/archive/issues2011/thedigitaldividend/wsisandthebroadbanddivideobstaclesandsolutions?print=1>
- [2] Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.1 Maquinaria (2012). Aparatos tecnológicos. Obtenido en Mayo 23, 2013. Disponible en: <http://avances-tecnologicos.euroresidentes.com/2008/11/una-mquina-que-obtiene-agua-del-aire.html>
- [3] Maquinaria (2012). Aparatos tecnológicos. Obtenido en Mayo 23, 2013, de <http://avances-tecnologicos.euroresidentes.com/2008/11/una-mquina-que-obtiene-agua-del-aire.html>
- [4] Cisco Visual Networking Index: “Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017”, por Cisco Networking, Febrero 2013, p.5
- [5] Cisco (2012). Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017. Obtenido en Mayo 6, 2013, de Cisco Visual Networking Index.
- [6] Cisco Visual Networking Index: “Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017”, por Cisco Networking, Febrero 2013, p.6
- [7] NRO (2011). Archive of Ceremony and Press Conference. Obtenido en Junio 12m 2013.

- Disponible en: <http://www.nro.net/media-center/video-archive-3-february-2011>.
- [8] Dueñas, J. (n.d.). Introducción a IP versión 4. Obtenido en Mayo 12, 2013. Disponible en: <http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/introduccion-ipv4>.
- [9] Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, p.1
- [10] Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, p.2
- [11] Servicios IP, ORACLE, 2012, [http://docs.oracle.com/cd/E26921\\_01/html/E25871/gljne.html](http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25871/gljne.html)
- [12] Oracle Corporation. (2010). Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general). Obtenido en Julio 8, 2013, de <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>
- [13] Como diseñar un esquema de direcciones IPv6, Oracle Corporation, 2013, <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>
- [14] Servicios IPv6, ORACLE, 2012, [http://docs.oracle.com/cd/E26921\\_01/html/E25871/gljne.html](http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25871/gljne.html)
- [15] Servicios IPv6, ORACLE, 2012, [http://docs.oracle.com/cd/E26921\\_01/html/E25871/gljne.html](http://docs.oracle.com/cd/E26921_01/html/E25871/gljne.html)
- [16] IPv6, El cercano gran conocido, 2003, Montserrat Collado Rodríguez, [http://www.evidalia.es/trucos/index\\_v2-261-11.html](http://www.evidalia.es/trucos/index_v2-261-11.html)
- [17] Manual de Políticas de LACNIC, LACNIC, 2012, <https://lacnic.net/sp/politicas/manual2.html>
- [18] Mejia, F. (2012). IPv6 en Ecuador. Obtenido en Julio 6, 2013, de Fabian-Mejia-Presentación IPv6 en Ecuador 2º parte\_ LACNIC Quito 2012\_v3.ppt
- [19] Internet Assigned Numbers Authority (2002). Introduction to IANA. Obtenido en Mayo 16, 2013, de <http://www.iana.org/IntroductiontoIANA>
- [20] GroupE (2012). Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR). Obtenido en Mayo 18, 2013, de <http://ngrupoe.blogspot.com/2012/10/instituciones-y-organizacion-que.html>
- [21] PORTAL IPv6. (2012). Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6. Obtenido en Julio 24, 2013. Disponible en: <http://portalipv6.lacnic.net/es/ipv6/ipv6-en/gobierno>
- [22] IPv6 Transition. (2012). RIPE NCC. Obtenido en Julio 28, 2013, de <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>
- [23] Pv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>. Página 3
- [24] IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>. Página 4
- [25] IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>. Página 5
- [26] Houston, G. (2013). Estado del pool de direcciones IPv4. Obtenido en Junio 21, 2013, de [http://www.cudi.edu.mx/primavera\\_2008/presentaciones/ipv6\\_NIC-MX\\_oscar\\_robles.pdf](http://www.cudi.edu.mx/primavera_2008/presentaciones/ipv6_NIC-MX_oscar_robles.pdf)
- [27] Houston G., (n. f.), Distribución de IPv4 por grupo geográfico
- [28] LACNIC (n. f.), Reporte de terminación de direcciones IPv4
- [29] LACNIC (n. f.), Reporte de terminación de direcciones IPv4
- [30] LACNIC (n. f.), Reporte de terminación de direcciones IPv4
- [31] Estadísticas de Asignación de LACNIC, LACNIC, 2014, <http://www.lacnic.net/web/lacnic/estadisticas-asignacion>
- [32] Estadísticas de Asignación de LACNIC, LACNIC, 2014, <http://www.lacnic.net/web/lacnic/estadisticas-asignacion>
- [33] Estadísticas, IPv6 MX, 2014, <http://www.ipv6.mx/index.php/informacion/estadisticas>
- [34] Estadísticas, 6lab.cz, 2014, <http://6lab.cz/live-statistics/ipv6-brno-univeristy-of-technology/>
- [35] Estadísticas, 6lab.cz, 2014, <http://6lab.cz/live-statistics/ipv6-brno-univeristy-of-technology/>
- [36] IETF-EC (n. f.) Quiénes Somos. Obtenido en Julio 28, 2013. Disponible en: [http://ipv6tf.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91:quienes-somos&catid=45:portal&Itemid=54](http://ipv6tf.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=91:quienes-somos&catid=45:portal&Itemid=54)
- [37] MINTEL (2012). ACUERDO No. 007-2012. Obtenido en Julio 29, 2013. Disponible en: [http://www.mintel.gob.ec/acuerdo\\_ministerial\\_mintel\\_007-2012.pdf](http://www.mintel.gob.ec/acuerdo_ministerial_mintel_007-2012.pdf)
- [38] MINTEL (2012). ACUERDO No. 039-2012. Obtenido en Julio 29, 2013. Disponible en: [http://www.mintel.gob.ec/acuerdo\\_ministerial\\_mintel\\_039-2012.pdf](http://www.mintel.gob.ec/acuerdo_ministerial_mintel_039-2012.pdf)
- [39] TELCONET (n. f.). IPv6 en proveedores de internet. Obtenido en Julio 29, 2013, de [http://www.telconet.net/index.php/es/ipv6-en\\_isps-telconet.pdf](http://www.telconet.net/index.php/es/ipv6-en_isps-telconet.pdf)
- [40] TELCONET (2012), Internet 2. <http://www.telconet.net/index.php/es/nuestros-servicios-2/internet-2>
- [41] TELCONET (2012), Internet 2. <http://www.telconet.net/index.php/es/nuestros-servicios-2/internet-2>
- [42] TRANSNEXA (Junio). IPv6 en Transnixa avanzando hacia el futuro. Obtenido en Julio 29, 2013, de [http://www.transnixa.net/ipv6-en\\_isps-transnixa.pdf](http://www.transnixa.net/ipv6-en_isps-transnixa.pdf)
- [43] IPv6 DFP's per country. Obtenido en Agosto 10, 2013, de <http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/lacnic/>
- [44] IPv6 Enabled Networks, RIPE NCC, 2013

