



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ELABORAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPV6  
EN EL ECUADOR Y FOMENTAR SU USO”

Tesina de Seminario

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Xiomara Dennis Rodríguez Amaguay

Cindy Estefany Tejada Zúñiga

Dictado por:

Dr. Freddy Villao Quezada, Ph.D.

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2013

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a:

A Dios, quien me ha guiado con sus bendiciones y sabiduría.

A mi madre, por su enorme esfuerzo y apoyo incondicional.

A todos los docentes que compartieron sus conocimientos, en especial al Dr. Villao por su invaluable ayuda y paciencia a lo largo de este proceso.

A Cindy, por demostrarme el gran ser humano y amiga que es.

A mis amigos, por la constante motivación.

Xiomara Rodríguez

Agradezco a:

Santa María y Dios por las bendiciones derramadas siempre

A mi mamá por demostrarme el verdadero amor de madre hacia hija

A mi director de tesis Dr. Freddy Villao por el soporte y guía durante el desarrollo del presente trabajo

A Xiomara por convertirse en una de mis mejores amigas y permitirme conocer la gran persona y compañera que es

Cindy Tejada

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A mi mami, por ser el motor de mi vida.

A mi familia, por brindarme la fuerza necesaria en momentos de  
debilidad

A Landy, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y esfuerzo.

Xiomara Rodríguez

Dedico este trabajo a:

A mi mamá por el invaluable apoyo

A mis amigos por acompañarme  
durante la trayectoria universitaria

A Patricia por ser más que la mejor guía,  
una verdadera amiga

Cindy Tejada

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Freddy Villao Quezada, Ph.D.

PROFESOR DE SEMINARIO DE GRADUACIÓN

---

Washington Medina M, Magíster

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA



## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Xiomara Dennis Rodríguez Amaguay

---

Cindy Estefany Tejada Zúñiga

## RESUMEN

Con el paso de los años la demanda de dispositivos de interconexión así como servicios de telecomunicaciones y usuarios ha ido incrementándose, lo cual ha provocado la escasez de direcciones IP disponibles en los bloques de direccionamiento del protocolo IPv4.

Previendo el inminente agotamiento de las direcciones de IPv4, se desarrolló un nuevo 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.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	
DECLARACIÓN EXPRESA	
RESUMEN	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
CAPÍTULO 1	
ANTECEDENTES	
1.1 Evolución y crecimiento de las tecnologías de la información y la comunicación	1
1.1.1 La Brecha Digital en el mundo	1
1.1.2 La Brecha de la Banda Ancha	3
1.1.3 Evolución y crecimiento de las TIC en el mundo	9
1.2 Aumento dramático de tráfico de datos de banda ancha móvil	15
1.2.1 Aparición masiva de dispositivos inteligentes	16
1.2.2 Papel de la economía de escala y economía de alcance	19
1.2.3 Demanda de datos móviles en el mundo	21
1.2.4 Demanda de datos móviles en Ecuador	31
1.3 Agotamiento de bloques de direccionamiento IP	37
CAPÍTULO 2	
DIRECCIONAMIENTO IP	
2.1 Evolución de los protocolos de internet	39
2.2 IETF: Internet Engineering Task Force	41
2.3 IPv4: Protocolo de internet versión 4	43
2.3.1 Definición	43

2.3.2 Características técnicas	44
2.3.3 Estadísticas de IPv4 en el mundo.	46
2.3.4 Limitaciones y situación actual	49
2.4 IPv6: Protocolo de internet versión 6	51
2.4.1 Definición	51
2.4.2 Solución ante problemática de IPv4	52
2.4.3 Transición a IPv6	53
2.4.4 Características técnicas	55
2.4.5 Seguridad en protocolo	59
2.5 Asignación y distribución de direccionamiento IPv4 e IPv6	63
2.5.1 Entidades	79
2.5.1.1 Organismo mundial Internet Assigned Numbers Authority (IANA)	80
2.5.1.2 Organismos regionales RIRs: Regional Internet Registers	84
2.5.2 Políticas para la distribución y Asignación de Direcciones IPv6	88
2.5.3 Estadísticas de asignación IPv6 en el mundo	91
2.6 IPv4 versus IPv6	99
CAPÍTULO 3	
IMPLEMENTACIÓN DEL IPV6 EN EL MUNDO	
3.1 Organismos que impulsan la implementación	101
3.2 Planes de acción para la adopción de IPv6 en otros países.	104
3.3 Coexistencia y Mecanismos de transición	110
3.3.1 Dual Stack o Doble Pila	112
3.3.2 Túneles/Encapsulamiento	112
3.3.3 Traducción SIIT	114
3.3.4 Proyectos en discusión por la IETF	114
CAPÍTULO 4	
IPv6 EN ECUADOR	
4.1 IPv6TF-EC: Internet Engineering Task Force Ecuador	119
4.2 Legislación de UIT que tienen incidencia en Ecuador	120

4.3	Legislación de CITELE que tiene incidencia en Ecuador	126
4.4	Políticas públicas emitidas en torno a IPv6	133
4.5	Visión del MINTEL para impulsar la implementación de IPv6.	144
4.5.1	Metodologías para y Coexistencia y Transición	145
4.5.2	Vectores de Actuación de Política Pública en Ecuador	146
4.5.3	Modelo de implementación en el Sector Público	147
4.5.4	Estructura del Programa a desarrollarse en Ecuador	147
4.6	Entidades con visibilidad IPv6 en Ecuador	148
4.7	Estadísticas de IPv6 en Ecuador	150
CAPÍTULO 5		
LINEAMIENTOS PARA IMPULSAR EL DESPLIEGUE DE IPv6 EN ECUADOR		
5.1	Plan de Acción para impulsar el despliegue de IPv6 a ser considerado por el MINTEL	155
CONCLUSIONES		
BIBLIOGRAFIA		

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Instrumentos normativos establecidos en el plano nacional para la promoción de la banda ancha, 2011	6
Figura 1.2: Precios de la banda ancha en los países en desarrollo, % por INB per cápita, 2011	7
Figura 1.3: Porcentaje de hogares con acceso a Internet en los países desarrollados	8
Figura 1.4: Porcentaje de personas con acceso a Internet	9
Figura 1.5: Desarrollo mundial de las TIC 2001 - 2011	10
Figura 1.6: Abonados el servicio móvil celular, en el mundo y por nivel de desarrollo, 2001 - 2011	11
Figura 1.7: Abonados a la banda ancha fija (alámbrica), en el mundo y por el nivel de desarrollo, 2001 - 2011	12
Figura 1.8: Abonados a la banda ancha móvil, en el mundo y por nivel de desarrollo, 2007 - 2011	13
Figura 1.9: Abonados activos a la banda ancha fija (alámbrica) y en la banda ancha móvil por 100 habitantes y por región, 2011	14
Figura 1.10: Porcentaje de personas con acceso a Internet, en el mundo y por nivel de desarrollo	15
Figura 1.11: Tendencias de las TIC a nivel mundial y su penetración, 2008 – 2013	16
Figura 1.12: Estimación de Exabytes de tráfico de datos móviles por año	21
Figura 1.13: Estimación de tráfico de datos móviles por región	22
Figura 1.14: Dispositivos responsables del crecimiento de tráfico de datos móviles	23
Figura 1.15: Multiplicador de tráfico de dispositivos finales	24

Figura 1.16: Videos móviles generarán más del 66% del tráfico de datos móviles en el año 2007	26
Figura 1.17: 46% del tráfico de datos móviles total será descargado en el año 2017	27
Figura 1.18: Conexiones y dispositivos móviles globales en tecnologías 2G, 3G y 4G	29
Figura 1.19: Líneas y densidad de Internet a nivel Nacional	32
Figura 1.20: Total de usuarios de Banda Ancha Móvil a nivel Nacional	32
Figura 1.21: Total de usuarios de Banda Ancha Fija a nivel Nacional	33
Figura 1.22: Cobertura Banda Ancha Fija	34
Figura 1.23: Conectividad Banda Ancha Móvil	34
Figura 1.24: Computadoras escritorio y portátiles en el hogar	35
Figura 1.25: Equipamiento móvil en el hogar y smartphones	36
Figura 1.26: Personas que poseen teléfono inteligente	36
Figura 2.1: Estado del pool de direcciones IPv4	47
Figura 2.2: Estado del pool de direcciones Ipv4 por cada RIR	48
Figura 2.3: Distribución Global de direcciones IPv4 por cada RIR	48
Figura 2.4: Espacio de direcciones IPv4 disponibles en LACNIC	49
Figura 2.5: Formato de direcciones IPv4	65
Figura 2.6: Componentes básicos de una red IPv6	70
Figura 2.7: Formato básico de las direcciones IPv6	72
Figura 2.8: Partes de la dirección unidifusión global	75
Figura 2.9: Partes de la dirección unidifusión local de vínculo	77
Figura 2.10: Distribución de RIRs a nivel mundial	85
Figura 2.11: HD Ratio	89
Figura 2.12: IPv6 DFP por continente	93
Figura 3.1: Túneles	113
Figura 3.2: Dual Stack - Lite.	116

Figura 3.3: 6to4	117
Figura 3.4: 6RD	118
Figura 4.1: Usuarios de Banda Ancha en Ecuador	143
Figura 4.2: Metodología para y Coexistencia y Transición	146
Figura 4.3: Estructura del Programa a desarrollarse en Ecuador	148
Figura 4.4: Red Nacional NGN de Telconet	149
Figura 4.5: Porcentaje de redes que anuncia un prefijo IPv6 para Ecuador	153
Figura 4.6: Número de direcciones asignadas versus direcciones ruteadas en Ecuador	154
Figura 5.1: Entorno de la implementación del IPv6 en el Ecuador.	156
Figura 5.2: Esquema del Plan de Acción de IPv6 en Ecuador	158
Figura 5.3: Actividades de la etapa de Transición	163
Figura 5.4: Actividades de la etapa de Implementación	166



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Resumen de crecimiento del uso de dispositivos, MB por mes	25
Tabla 1.2: Comparación entre el crecimiento por unidad de dispositivo y el crecimiento de tráfico de datos móviles	25
Tabla 1.3: Velocidades promedio de conexión a la red móvil proyectadas (en kbps) por dispositivo y región	28
Tabla 1.4 Consumo de datos por aplicaciones principales	31
Tabla 2.1: Notaciones existentes para direcciones IP	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.2: Borradores de internet y RFC relativos a IPv6	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.3: División de clases IPv4	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.4: Intervalo de clases IPv4 disponibles	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.5: Prefijos CIDR y su equivalente decimal	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.6: Intervalos de direcciones IPv4 privadas y sus correspondientes máscaras de red	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.7: Prefijos DFP de IPv6 de RIPE	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.8: Prefijos DFP de IPv6 de LACNIC	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.9: Prefijos DFP de IPv6 de ARIN	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.10: Prefijos DFP de IPv6 de APNIC	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.11: Prefijos DFP de IPv6 de AfriNIC	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 2.12: Comparación de características de IPv4 e IPv6	¡Error! Marcado como borrador
Tabla 4.1: Estadística de IPv6 en Ecuador	151
Tabla 4.2: Prefijos DFPs de IPv6 por LACNIC en Ecuador	152
Tabla 5.1: Cronograma propuesto para la implementación de IPv6	167

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

n.f	No hay fecha
p.	Página
pár.	Párrafo
3G	Tercera Generación
AH	AuthenticationHeader
AEPROVI	Asociación de empresas proveedoras de servicios de Internet, valor agregado, portadores y tecnologías de la información
AfriNIC	African Network Information Centre
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
AMNT	Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation
APNIC	Asia-Pacific Network Information Centre
ARIN	American Registry for Internet Numbers
ARP	AddressResolutionProtocol
ASU	Acceso/Servicio Universal
CAGR	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

CCP.I	Comité Consultivo Permanente I de Telecomunicaciones/Tecnologías de la Información
ccTLD	Dominio de nivel superior geográfico
CEAACES	El Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
CES	Consejo de Educacion Superior
CGN	Carrier Grade NAT
CIDR	Classless Inter-Domain Routing
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CMDT	Cumbre Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones
CMSI	Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información
CPE	Customer Premises Equipment
DFP	Default Free Prefixes
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Server
DNSSEC	Domain Name System Security Extension
DoD	Departamento de Defensa
ENUM	Telephone Number Mapping
ESP	Encrypted Security Payload

ETTH	Ethernet-to-the-home
FLIPv6	ForoLatinoamericano de IPv6
FTTH	Fiber-to-the-home
HD	High Density
IAB	Internet Architecture Board
IANA	Autoridad de Asignación de Números en Internet
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Number
ICMPv6	Internet Control Message Protocol for IPv6
ICMP	Internet Control Message Protocol
ICMPv6	Internet Control Message Protocol for IPv6
ICP	Proveedor de Contenidos de Internet
ID	Identity
IDN	Nombres de dominio internacionalizados
I-Ds	Internet Drafts
IESG	Internet Engineering Steering Group
IETF	Internet Engineering Task Force
IKE	Internet Key Exchange
INB	Ingreso Nacional Bruto per Cápita
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IP	Internet protocol
IPMP	IP multirruta de redes

IPQoS	IP Quality of Service
IPsec	IP Security Architecture
IPv4	Protocolo de Internet versión 4
IPv6	Protocolo de Internet versión 6
ISOC	Sociedad de Internet
ISP	Proveedor de Servicios de Internet
TI	Tecnologías de Información
IX	Information Exchange
LACNIC	Latin American and Caribbean Internet Address Registry
LIR	Registro de Internet Local
M2M	Aplicaciones Máquina a máquina
MAC	Media Access Control
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
MTU	Unidad máxima de transferencia
MLD	Descubrimiento de escucha de multidifusión
NAP	Network Access Point
NAT	Network Address Translation
NAv6TF	Fuerza de trabajo norteamericana IPv6

ND	Network Discovery
NIC	Network Interface Card
NRO	NumberResourceOrganization
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
OE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OEA	Organización de Estados Americanos
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONR	Organización de Recursos Numéricos
PLC	Power Line Communications
PMA	PaísesMenosAdelantados
RDISC	Router Discovery
RFC	Request for comment
RIPE NCC	RIPE Network Coordination Centre
RIR	Regional Internet Registries
RNI	Registro de Internet Nacional
R.O.	Registro Oficial
RRI	Reglamentos de Régimen Interior
SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
TLD	Top LevelDomain
TCP	Transmission Control Protocol

TIC	Tecnologías de información y conocimiento
UDP	User Data Protocol
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-T	Comisión de Estudio pertinente del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura
VNI	Índice de Red Visual de Cisco
VPN	Virtual Private Networks
WG	Working Groups

# 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 constituido por tres etapas: *Preparación, Transición e Implementación*, para el posterior despliegue e implementación de IPv6.



A continuación se indica de manera breve la metodología utilizada en cada capítulo:

En el capítulo 1 de este trabajo, se analizan los diversos detonantes del agotamiento de las direcciones IPv4 a nivel mundial.

En el capítulo 2, se explica acerca del direccionamiento IP; su definición, características técnicas y la evolución que han tenido los protocolos IPv4 e IPv6, estadísticas mundiales de uso de ambos protocolos, y los organismos que asignan y distribuyen los bloques de direccionamiento IP.

En el capítulo 3, se presentan los organismos que promueven la implementación de IPv6 a nivel mundial, así como también los planes de acción que han tomado otros países, y los mecanismos técnicos de transición del protocolo IPv4 a IPv6 existentes.

En el capítulo 4, se analiza la situación actual del despliegue de IPv6 en nuestro país, tomando en consideración las políticas emitidas por las entidades de Telecomunicaciones a nivel mundial y nacional. Se presentan estadísticas de bloques de direccionamiento IPv6 asignados y ruteados en Ecuador.

Finalmente, en el capítulo 5 se presenta el Plan de Acción propuesto para la implementación de IPv6 en Ecuador.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 Evolución y crecimiento de las tecnologías de la información y la comunicación**

#### **1.1.1 La Brecha Digital en el mundo**

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 Tecnologías de la Información y Conocimiento (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. Como resultado de esta brecha digital, no todos los miembros de un país tienen la oportunidad de acceder a los instrumentos y herramientas de la información y la capacidad de utilizarlos.

La Brecha Digital es universalmente considerada como una de las barreras principales para el desarrollo de la Sociedad de la Información, y como

consecuencia, como una barrera de alta importancia para alcanzar el nuevo paradigma de desarrollo. (*La Brecha digital y sus repercusiones en los países miembros de la ALADI*, ALADI, 2003, p.6) [1].

De la Brecha Digital surgen dos dimensiones importantes de mencionar; *la Brecha Digital Internacional* y *la Brecha Digital Doméstica*. La Brecha Digital Internacional alude a las disparidades existentes en la difusión tecnológica entre los países autores del desarrollo de las distintas tecnologías y el resto. Por ejemplo, los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) tienen un mayor porcentaje de usuarios de Internet y de las TICs, mientras que en los demás países este porcentaje es menor. También la penetración de las TICs en los países en vías de desarrollo es mayor a la de los países en proceso de desarrollo. (*La Brecha digital y sus repercusiones en los países miembros de la ALADI*, ALADI, 2003, p.13) [1].

Por otro lado, la Brecha Digital Doméstica se centra en las diferencias de acceso a la información y a las tecnologías de la comunicación al interior de un mismo país, enfocándose tal disociación en los segmentos socioeconómicos, niveles educativos o distribución espacial de la población. Por ejemplo, dentro de una población se tiene una mayor incidencia del uso del Internet y los servicios que ofrecen las TICs en los sectores de mayor ingreso económico. Todos los países tienen cierto grado de Brecha digital Doméstica, por más desarrollado que sea. (ALADI, *La Brecha digital y sus repercusiones en los países miembros de la ALADI*, 2003, Pág. 14) [1].

En base a lo expuesto anteriormente se puede ver que esta División Digital se da en poblaciones ricas y pobres al interior de todas las naciones, en unas más que otras. En la siguiente sección se tratará de una de las causas de esta División digital en el mundo; la Brecha de la Banda Ancha.

### 1.1.2 La Brecha de la Banda Ancha

En la actualidad la División Digital está emergiendo en términos de diferencia en calidad y velocidad de acceso a las TICs. La Banda Ancha encabeza uno de los principales motivos de la existencia de la brecha digital en el mundo.

A inicios del año 2011 se registraron aproximadamente 5.400 millones de abonados a la telefonía móvil en todo el mundo, por lo que se ha cumplido el objetivo de colocar al alcance de casi toda la población mundial los beneficios que ofrecen las TIC. (HoulinZhao, 2010, pár. 1) [2].

A pesar del gran avance aun quedan sectores sin acceso a las TIC en especial a la Internet. Dos tercios de la población mundial y más de tres cuartas partes de la población en los países en desarrollo carece de conexión a Internet y, entre los que están conectados, muchos no tienen acceso a Internet de alta velocidad y calidad. (HoulinZhao, 2010, pár. 2) [2].

Las conexiones a la banda ancha en los países en desarrollo suelen darse a velocidades de 2Mbit/s y en muchos casos inferiores, con esta velocidad se tiene limitación en la calidad de las aplicaciones y servicios a través de Internet. Mientras que en los países desarrollados, con economías de altos ingresos, la mayoría de las conexiones de banda ancha fija funcionan a velocidades por encima de los 10Mbit/s. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.4) [3].

Cabe recalcar que si bien la banda ancha móvil ofrece mayor velocidad, mejor cobertura de conexión, movilidad y calidad, hasta ahora hay países en los que se brindan solamente acceso limitado a datos. Esto provoca 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 los relacionados al Gobierno.

El Dr. Hamadoun Touré (2010) manifestó que a pesar de que las

comunicaciones móviles se hayan esparcido rápidamente hasta los 5.3 billones de usuarios a nivel mundial, el desafío continúa y su principal objetivo consiste en manejar tecnologías de banda ancha para establecer autopistas de información y comunicación, que conecten tanto comunidades rurales como centros urbanos [4].

Durante *La Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información y la brecha de la banda ancha: obstáculos y soluciones* en el año 2010, se dio plazo hasta el 2015 para poner al alcance de toda la población mundial los beneficios de las TIC. (HoulinZhao, 2010, pág. 2) [2].

La UIT fue uno de los primeros organismos que reconoció el rol fundamental de la banda ancha en el proceso de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y los principales objetivos de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CSMI). En el año 2010, la UIT junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) desempeñaron una importante intervención en el establecimiento de la Comisión sobre la Banda Ancha para el Desarrollo Digital, la cual se basó en mostrar como en el presente siglo las redes de banda ancha son infraestructuras básicas que forman parte de una sociedad moderna. Tal como se dispone de agua, electricidad y demás necesidades básicas, se pretende contar con una eficiente utilización de la banda ancha para acelerar el progreso de alcanzar los ODM. (HoulinZhao, 2010, pág. 13) [2].

HoulinZhao (2010), sostiene que el cumplimiento de los ODM y los objetivos principales de la CSMI contribuirían al alcance mundial de la Sociedad de la Información; a un mayor rendimiento de las inversiones para países desarrollados y países en proceso de desarrollo por igual, lo que mejoraría los sectores industriales, servicios públicos y el progreso social en sí. Para esto es fundamental la coordinación de los distintos Gobiernos con las

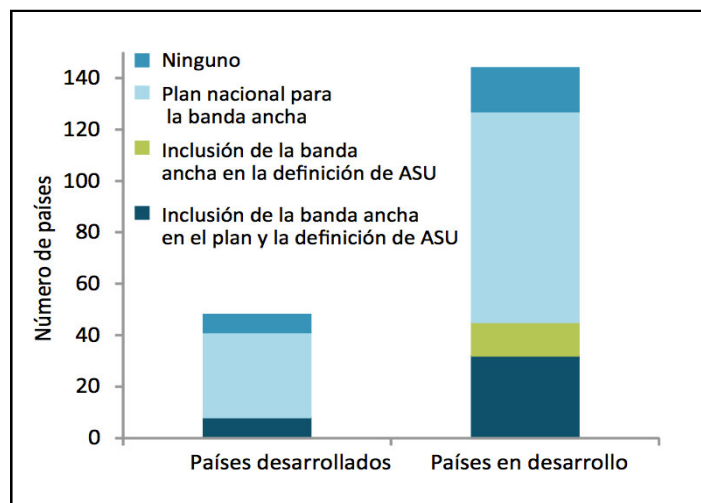
industrias a nivel nacional para poder aprovechar de una manera íntegra los beneficios.

En la necesidad de reducir la brecha digital y promover el acceso universal a Internet de banda ancha como unos de los objetivos fundamentales de las organizaciones a nivel mundial, la *Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo Digital*, en su cuarta reunión en octubre del 2011 en Ginebra, aprobó cuatro nuevas metas para incitar a los países a conseguirlas. Las metas encierran temas relacionados a la política, aceptación y la asequibilidad de banda ancha. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.4) [3].

En el Resumen Ejecutivo “*Medición de la Sociedad de la Información*” publicado por la UIT, se hace referencia a las metas y logros establecidos por la Comisión de la Banda Ancha las cuales se exponen a continuación:

*Meta 1: Universalizar la política de banda ancha.* Para el año 2015, todos los países deben disponer de un plan o estrategia de banda ancha e incluir a la banda ancha en sus definiciones de acceso/ servicio universal(ASU). (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.4) [3].

Como se puede observar en la Figura 1.1, de un total de 144 países en desarrollo, 127 han establecido un plan nacional para el desarrollo el implementación de banda ancha así como la inclusión de la banda ancha en el plan y definición de la ASU. Mientras que de un total de 48 países en desarrollo, 40 tienen un plan nacional para la inclusión y desarrollo de la banda ancha, sin embargo, tan solo 15 la han incluido en la definición y plan de la ASU. Se espera que para el 2015 todos los países tengan al menos uno de estos tres ítems. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.4) [3].

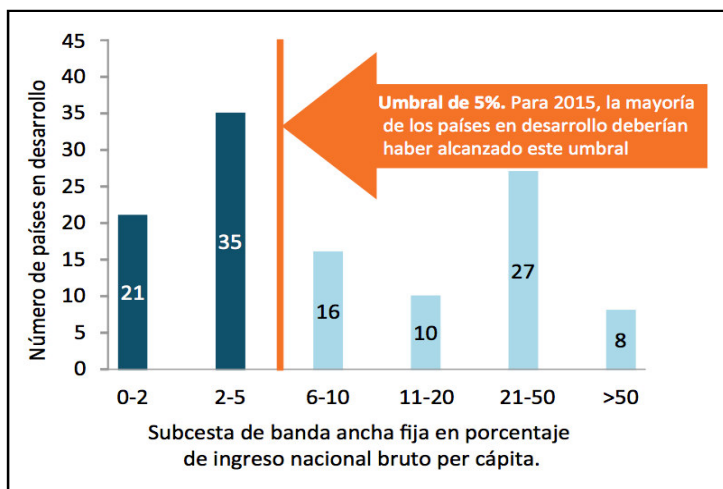


Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.5*

**Figura 1.1: Instrumentos normativos establecidos en el plano nacional para la promoción de la banda ancha, 2011**

Meta 2: Volver asequible a la banda ancha. Para el 2015, los servicios básicos de banda ancha deben hacerse asequibles en los países en desarrollo por medio de una regulación adecuada y las fuerzas del mercado, es decir a un precio que represente un importe inferior al 5% de los ingresos mensuales medios per cápita. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información, UIT, 2012, p.4*) [3].

El hecho de que la banda ancha aun no esté disponible en todo el mundo, en especial en los países en desarrollo, hace que los precios de los servicios sean demasiado altos. En el 2011, el precio de los servicios de banda ancha fija en estos países correspondía a aproximadamente 40,3% del Ingreso nacional bruto per cápita (INB). No obstante, 56 países ya habían alcanzado la meta del 5% tal como se puede apreciar en la Figura 1.2 a continuación. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información, UIT, 2012, p.4*). [3].



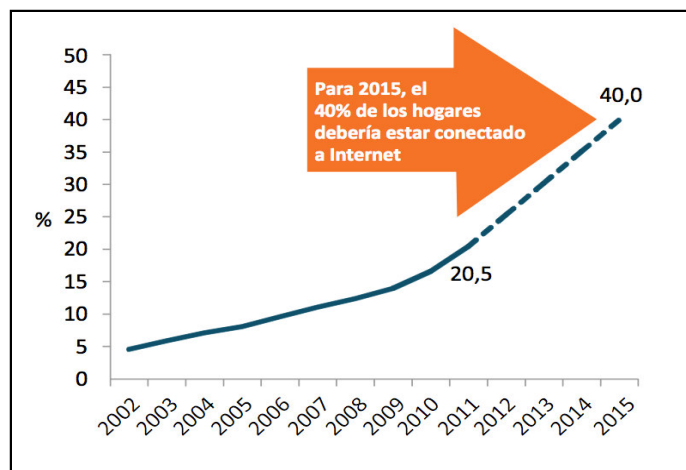
Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.5*

**Figura 1.2: Precios de la banda ancha en los países en desarrollo, % pro INB per cápita, 2011**

Meta 3: Conectar los hogares a la banda ancha. Para 2015, el 40% de los hogares de los países en desarrollo debe disponer de acceso a Internet. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información, UIT, 2012, p.4*) [3].

El porcentaje de hogares con acceso a Internet en los países desarrollados ha incrementado conforme avanzan los años. Se sabe que el acceso a Internet de banda ancha en el hogar es la manera más directa de integrar este servicio en la comunidad y, como consecuencia, a la Sociedad de la Información, es por esto que en el año 2011 se tuvo un 20% de viviendas con Internet frente a un 17% del año anterior (véase la Figura 1.3). (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información, UIT, 2012, p.4*) [3].



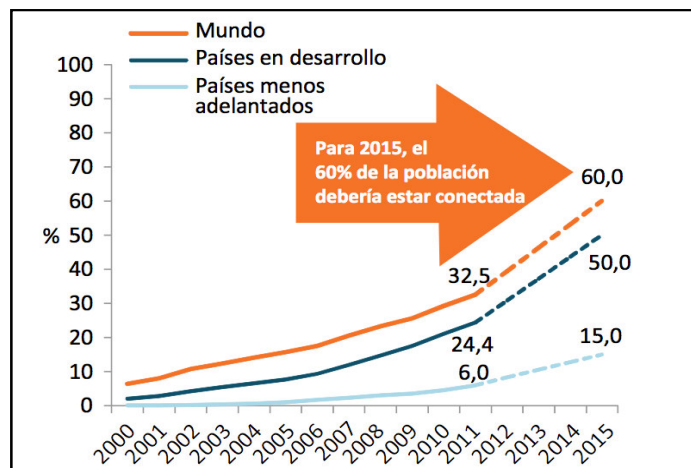


Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012*, por la UIT, Octubre 2012, p.5

**Figura 1.3: Porcentaje de hogares con acceso a Internet en los países desarrollados**

Meta 4: Lograr que la gente se conecte en línea. Para 2015, la tasa de penetración de usuarios de Internet debe alcanzar el 60% en todo el mundo, el 50% en los países en desarrollo y el 15% en los países en proceso de desarrollo. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.5) [3].

A finales de 2011, los porcentajes de personas con acceso a Internet fueron de 33% a nivel mundial, 24% en los países en desarrollo y 6% en los países menos adelantados (PMA)(véase la Figura 1.4). Teniendo en cuenta el considerable aumento de abonados a la banda ancha móvil, el objetivo puede lograrse si se ofrecen equipos terminales y servicios a precios asequibles, tal como se habló en la *Meta 3*. También combatiendo la falta de alfabetización en zonas de menos instrucción dentro de las poblaciones de escasos recursos en los países en desarrollo y PMA.(*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información* - UIT, 2012, p.5) [3].



Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012*, por la UIT, Octubre 2012, p.5

**Figura 1.4: Porcentaje de personas con acceso a Internet**

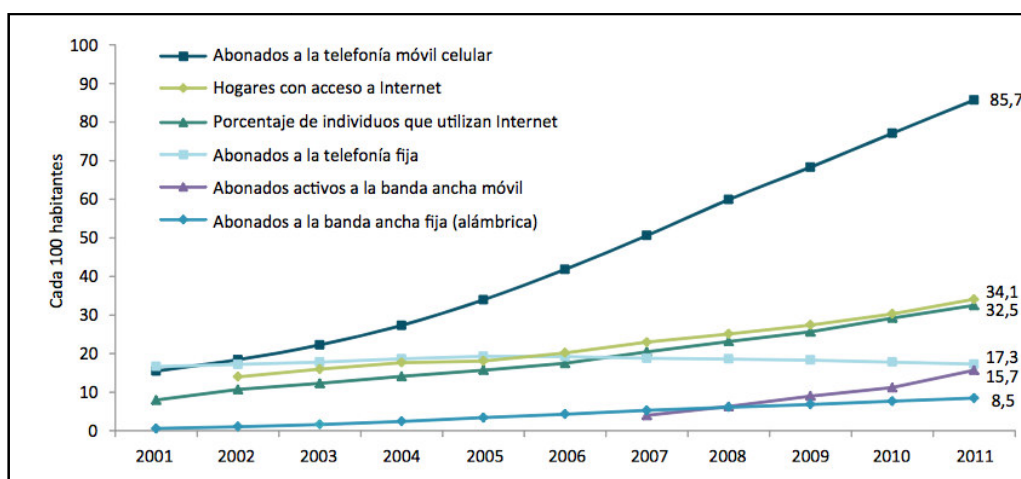
### 1.1.3 Evolución y crecimiento de las TIC en el mundo

Las tecnologías de la información y la comunicación, conocidas como las TIC, han estado en continuo crecimiento conforme el desarrollo de la tecnología ha avanzado a lo largo del tiempo. Las TIC continúan asentándose cada vez más en países de todas las regiones del mundo a medida que el número de personas que se conectan aumenta.

Se registró en el planeta, desde el año 2001 al 2011, un crecimiento constante en el sector de las TIC. Se observó un incremento en todos los indicadores clave, excepto en el número de líneas de telefonía fija el cual continúa en disminución desde el año 2005 (véase la Figura 1.5). (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.1) [3].

De la Figura 1.5 se puede observar que la Telefonía móvil celular ha sido la TIC que más ha crecido en comparación con las demás. En el año 2001, 18 de cada 100 habitantes comenzaron a usar los servicios tanto de Telefonía móvil celular como de Telefonía fija. En el año 2002, el uso de Telefonía fija se mantiene mientras que el uso de Telefonía móvil celular comienza a

incrementar a 20 de cada 100 habitantes. A partir del año 2003 comienza a acentuarse la separación entre estas dos TIC, la Telefonía móvil celular comienza a incrementarse a pasos agigantados mientras que la Telefonía fija se mantiene. Es a partir del año 2005 en el que la Telefonía fija comienza a decrecer hasta llegar a una demanda de 17,3 de cada 100 habitantes. Mientras tanto la Telefonía móvil celular continua desarrollándose e incrementando su demanda a 85,7 de cada 100 habitantes en el año 2011.



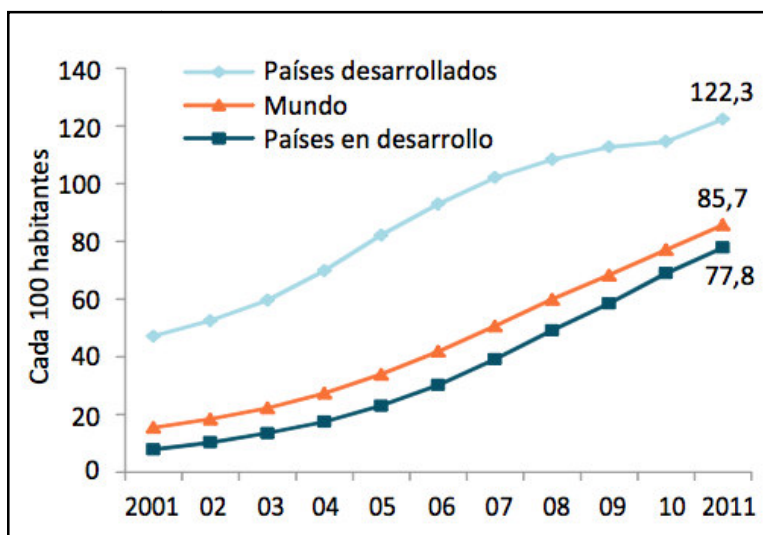
Fuente: Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.1

**Figura 1.5: Desarrollo mundial de las TIC 2001 - 2011**

Cada vez más países están alcanzando un mayor número de habitantes que necesitan acceso y conexión a las distintas TIC; se encuentran en un proceso de desarrollo continuo de las distintas tecnologías, para así promover su difusión, implementación y así aumentar aún más la demanda de usuarios, impulsada por la expansión del internet móvil.

De la Figura 1.6 se observa que entre los años 2010 y 2011, los abonados al servicio móvil celular registraron un crecimiento continuo en los mercados de los países en desarrollo, sin embargo se observó una desaceleración general en comparación con los años previos.

La UIT indica que el número de abonados al servicio móvil celular aumentó en más de 600 millones, en su mayoría en los países desarrollados a un total de 6 mil millones, es decir, 86 de cada 100 habitantes a nivel mundial. China, por si sola, alberga más de mil millones de abonados a la telefonía móvil celular, se espera una situación similar en la India. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.1) [3].



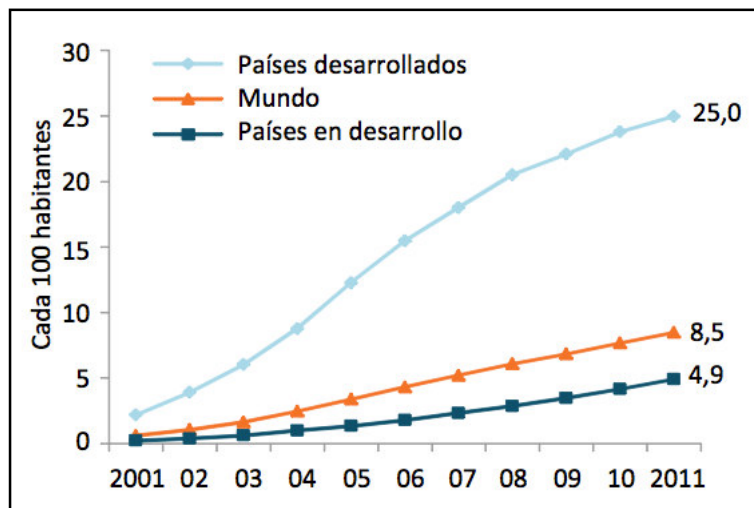
Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.2*

**Figura 1.6: Abonados el servicio móvil celular, en el mundo y por nivel de desarrollo, 2001 - 2011**

En el año 2011, la penetración del servicio móvil celular aumentó un 11% en comparación con 13% del año anterior. El hecho de que el número de proveedores de servicios móviles haya aumentado causó una competencia feroz en el sector provocando la baja de precios a los abonados y, por lo tanto, la propagación significativa de esta tecnología a nivel mundial. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.1) [3].

De la Figura 1.7 se puede observar que en el año 2011 el número de

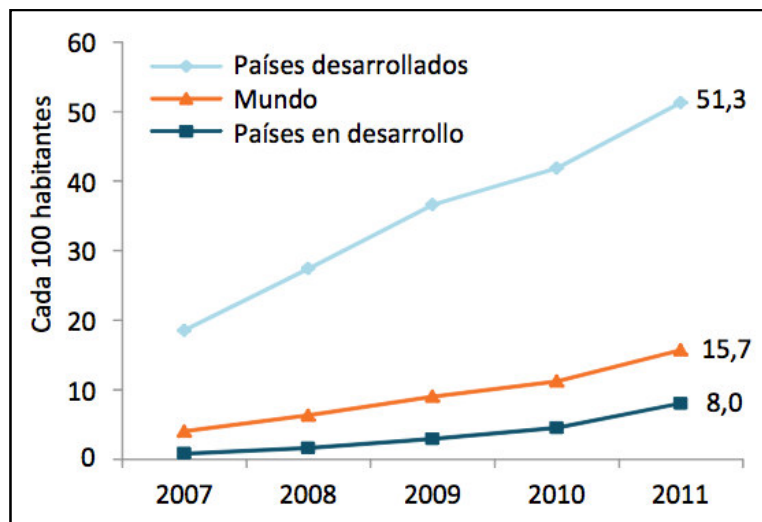
abonados a la banda ancha fija aumentó a casi 600 millones, con una tasa de penetración mundial de 8,5%, es decir 8,5 de cada 100 habitantes utilizan esta tecnología. En el año 2010, se tuvo una penetración de 7,7% por lo que se puede ver que la banda ancha fija ha ido en aumento. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información*, UIT, 2012, p.2)[3].



Fuente: *Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.2*

**Figura 1.7: Abonados a la banda ancha fija (alámbrica), en el mundo y por el nivel de desarrollo, 2001 - 2011**

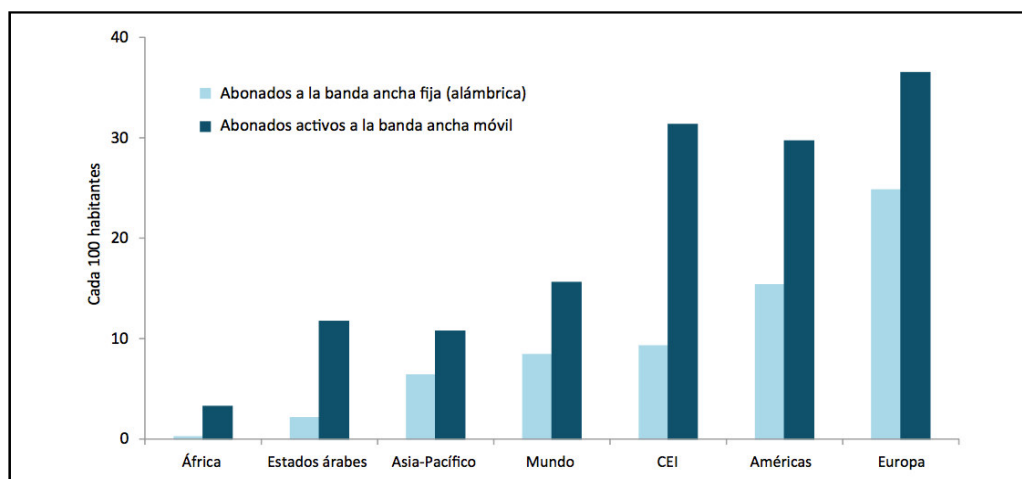
A pesar de que la penetración de la banda ancha fija ha ido en aumento no se puede igualar a la de la banda ancha móvil, ya que en el 2010, cuando la banda ancha fija está con un 7,7% de incidencia, la banda ancha móvil la supera con un 10% (véase la Figura 1.8). Así mismo en el año 2011 la banda ancha móvil con un 15,7% de penetración se sitúa por encima de la banda ancha fija con un 8,5%. Se aprecia que los abonados a la banda ancha móvil duplica a los de la banda ancha fija.



*Fuente: Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.5*

**Figura 1.8: Abonados a la banda ancha móvil, en el mundo y por nivel de desarrollo, 2007 - 2011**

De la Figura 1.9 se observan los abonados activos a la banda ancha fija y en la banda ancha móvil por cada 100 habitantes en las distintas regiones. Se expone una vez más como la banda ancha móvil duplica y, en algunas ocasiones más que eso, a la banda ancha fija.



*Fuente: Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.3*

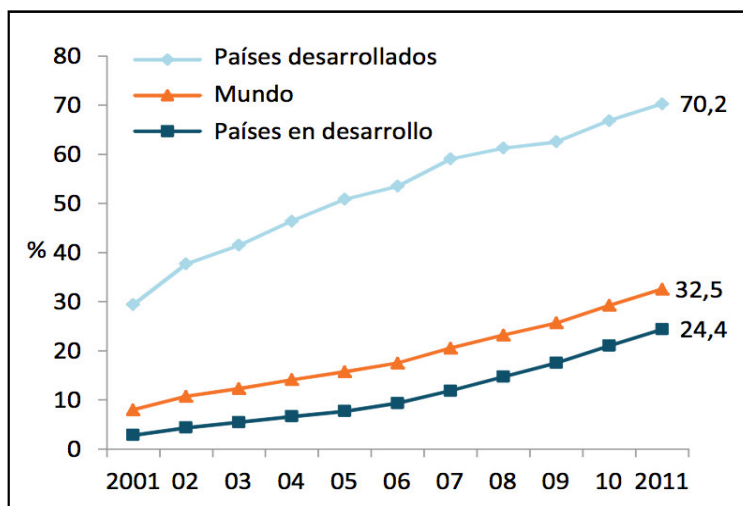
**Figura 1.9: Abonados activos a la banda ancha fija (alámbrica) y en la banda ancha móvil por 100 habitantes y por región, 2011**

La banda ancha móvil es la TIC que presenta mayor crecimiento en comparación con las demás tecnologías. Entre los años 2010 y 2011, el porcentaje de crecimiento aumentó un 23% en los países desarrollados y 78% en los países en vías de desarrollo, lo que significa un 40% a nivel mundial. (*Resumen Ejecutivo Medición de la Sociedad de la Información, UIT, 2012, p.2*) [3].

La aparición de distintas formas de pago de los planes de telefonía celular, tales como el postpago y prepago, ha causado el aumento de abonados a la banda ancha móvil a nivel mundial, ya que pone al Internet al alcance del usuario y supera las limitaciones de los servicios de banda ancha fija.

De la Figura 1.10 se puede observar que en el año 2011 el porcentaje de personas que tuvieron acceso a internet en los países desarrollados fue de 70,2%, mientras que en los países en vías de desarrollo fue de 24,4%, lo que

significa un 32,5% a nivel mundial. Este porcentaje a nivel mundial creció un 11% con respecto al año anterior, gracias al incremento de los servicios de banda ancha.



Fuente: Medición de la Sociedad de la Información, Resumen ejecutivo 2012, por la UIT, Octubre 2012, p.3

**Figura 1.10: Porcentaje de personas con acceso a Internet, en el mundo y por nivel de desarrollo**

Se aprecia también que el aumento de usuarios de Internet es mayor en los países en desarrollo que en los países desarrollados, esto refleja las grandes diferencias en las tasas de penetración de Internet.

## 1.2 Aumento dramático de tráfico de datos de banda ancha móvil

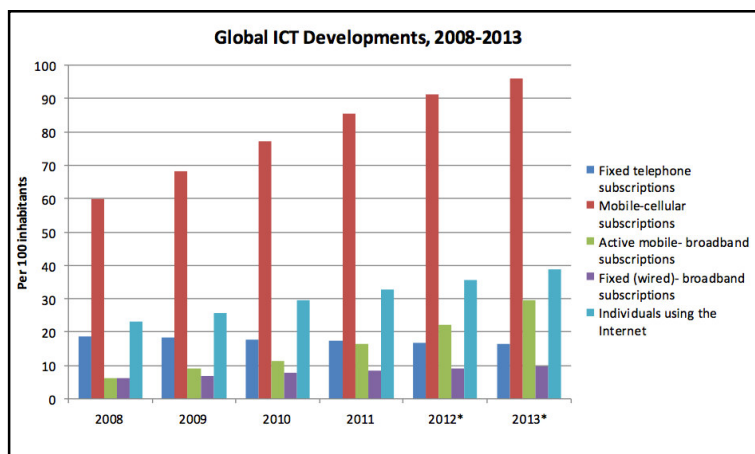
### Pronósticos del crecimiento de las TIC para el año 2013

El rápido crecimiento del mercado de las TIC ha tenido importantes repercusiones tanto en los usuarios como en los distintos mercados. Se brindan a ambas partes una gran variedad de servicios y aplicaciones para la comunicación y entretenimiento. Como resultado, las maneras en las que los usuarios acceden a tales servicios ha cambiado conforme ha ido avanzando el desarrollo de la tecnología; desde los tradicionales servicios de



comunicación por voz y mensajes de texto cortos a los servicios que ofrece el Internet de banda ancha.

La UIT estima que para el año 2013 el número de abonados a la banda ancha fija se eleve a más de 688 millones, lo que correspondería a un 9,8% de penetración a nivel mundial. Al mismo tiempo, se espera que el número de abonados a la banda ancha móvil crezca un 21% entre los años 2010 y 2013 para tener un aproximado de 2.1 billones de suscripciones en el 2013. Esto representaría tres veces el número de suscripciones a la banda ancha fija, pero aun así muy por debajo que el número de suscripciones de telefonía celular, el mismo que se pronostica alcance un estimado de 6,84 billones para el 2013 (véase la Figura 1.11). (Trends in Telecommunication Reform 2013: Transnational aspects or regulation in a network society, UIT, 2012, p.2) [5].



Fuente: Trends in Telecommunication Reform 2013 "Transnational aspects or regulation in a network society", por la UIT, Mayo 2013, p.3

**Figura 1.11: Tendencias de las TIC a nivel mundial y su penetración, 2008 – 2013**

### 1.2.1 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, envío y recepción de correo electrónico, mensajería instantánea e incluso videollamadas. Sin embargo, todo esto sucedía a través de un teléfono celular, que tiempo atrás sólo permitía realizar llamadas telefónicas. Mientras que las computadoras portátiles, además de la transmisión de datos y el acceso a contenido remoto, permitían tan solo llamadas a través de voz IP y video llamadas, servicios que en un comienzo eran limitados por el ancho de banda.

Tomando en cuenta el perfil y nivel de exigencia de los consumidores, se ha tratado de personalizar los dispositivos de acuerdo a sus estilos y ritmos de vida, dando como resultado una gran diversificación de los mismos. La personalización de los terminales trajo en primera instancia el surgimiento de nuevos dispositivos (tablets, eReaders), y la evolución de computadoras portátiles a ultraportátiles, de simples teléfonos celulares a teléfonos celulares Inteligentes (smartphones). (Aparatos tecnológicos, Maquinaria, n.f, p. 1) [6].

La necesidad de acceder a la información en línea es lo que hizo que distintos proveedores incorporaran direcciones IP en los dispositivos para conectarse entre sí y por ende formar redes, como en el caso de televisores IP. (Aparatos tecnológicos, Maquinaria, n.f, p. 2) [6].

Entre los últimos dispositivos tecnológicos creados con conectividad inalámbrica se tienen los siguientes:

### Tablets

Las Tablets se han convertido en las sucesoras de los portátiles e incluso de libros de texto. Y es que, la comodidad que ofrecen por sus reducidas dimensiones hace que el cliente puede llevarla a cualquier parte. Además

poder conectarse a Internet en cualquier lugar y reproducir videos en cualquier formato.

### GPS

Los dispositivos GPS cada vez son más utilizados por los conductores ya que dan más facilidad y seguridad al volante.

### Grabadores DVR

Los grabadores DVR son aparatos tecnológicos creados para instalarse junto a un televisor y grabar todo programa, película o reproducción que realice. Ofrecen una calidad extraordinaria a la hora del grabado, la capacidad de pausar o adelantar escenas.

### Gafas virtuales

Las gafas virtuales son aparatos tecnológicos que permiten reproducir todo tipo de documentos multimedia, al mismo tiempo visualizar imágenes.

### Cámaras

Las cámaras de seguridad son herramientas de protección básicas para salvaguardar la seguridad de hogares, almacenes. Por ese motivo, constan de una calidad extraordinaria y resistencia a cualquier condición meteorológica, ya que la mayoría de veces se encuentran en espacios abiertos.

### Televisor IP

Los nuevos televisores IP, además de poseer sus funciones básicas, incluyen conectividad multidispositivos (posibilidad de poder ver en su televisor películas, fotos o música almacenada en el teléfono móvil, tablet o PC). Así como también aplicaciones ya instaladas tales como Skype, Facebook, permitiendo visualizar toda clase de contenido en línea.

### Termómetros infrarrojos

Las termómetros infrarrojos son aparatos tecnológicos que hacen posible la medición exacta de la temperatura mediante un proceso complejo.

(Aparatos tecnológicos, Maquinaria, n.f, pár.s 3-10) [6].

#### **1.2.2 Papel de la economía de escala y economía de alcance**

Economía de escala es el término que se usa para referirse a la disminución en los costos (por lo común fijos) derivados de la producción a gran escala; es en el fondo el ahorro producto de producir "a lo grande".("¿Qué es la economía de escala?" – CNNEXPANSION, n.f, pár. 1) [7].

Una actividad realizada a gran escala lleva a una serie de ahorros y mejor utilización de los recursos. La economía de escala trae no sólo beneficios al productor, por menores costos, sino también al usuario, ya que debido a la competencia entre las empresas que operan de esta manera, los bienes y servicios son más baratos. Por ejemplo este fenómeno es claro en la industria de la tecnología para el hogar, en donde "microchips" que parecen imposibles por lo increíble de su capacidad y rapidez, en la práctica cuestan un par de dólares justamente por estar fabricados en cadenas automatizadas que producen por millones.("¿Qué es la economía de escala?" – CNNEXPANSION, n.f, pár. 4) [7].

El cambio tecnológico y el surgimiento de nuevos servicios de telecomunicaciones cambiaron el escenario tanto de la estructura del mercado de las telecomunicaciones como de los medios. Actualmente, no sólo las diferentes infraestructuras involucradas -basadas en frecuencias del espectro, redes de cable coaxial, redes tradicionales de par de cobre e incluso redes de fibra óptica- exhiben las típicas economías de escala asociadas por sus elevados costos fijos involucrados y relativamente bajo

costo marginal de operación. (“Telecomunicaciones, ¿Y la competencia?” – CNNEXPANSION, Septiembre 14, 2010, párr. 2)[7].

Además, estas infraestructuras muestran economías de alcance, es decir, la posibilidad tecnológica de ofrecer simultáneamente varios servicios de telecomunicaciones diferentes entre sí, pero que utilizan total o parcialmente elementos de una misma infraestructura a un costo menor al que podrían incurrir de estar basadas en una infraestructura por separado para cada servicio. (“Telecomunicaciones, ¿Y la competencia?” – CNNEXPANSION, Septiembre 14, 2010, párr. 2) [7].

La convergencia digital hace posible ofrecer múltiples servicios por medio de una misma infraestructura. Es decir, obtener economías de alcance constituye una eficiencia en el uso de la infraestructura involucrada en cada plataforma tecnológica, ya sea la red pública de telefonía, las redes basadas en cable coaxial, las redes sustentadas en tecnologías inalámbricas e incluso en la red de suministro del fluido eléctrico. (“Telecomunicaciones, ¿Y la competencia?” – CNNEXPANSION, Septiembre 14, 2010, párr. 4) [7].

Típicamente, una red telefónica utiliza la tecnología Digital Subscriber Line (DSL). Esta tecnología transforma la línea telefónica tradicional en una línea digital de alta velocidad que transmite datos, como Internet y video, en más altas frecuencias que aquellas utilizadas por el servicio telefónico típico. Otra plataforma son las redes de la televisión por cable, que pueden utilizar el mismo tendido de cable coaxial para proveer en forma simultánea transmisión de datos, televisión y voz. (“Telecomunicaciones, ¿Y la competencia?” – CNNEXPANSION, Septiembre 14, 2010, párr. 5)[7].

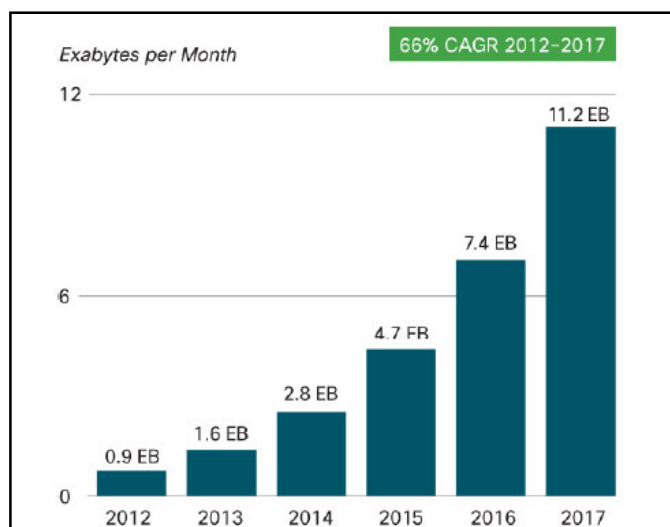
Como se ha señalado, existen eficiencias cuando una red puede proveer múltiples servicios. Tales eficiencias, denominadas economías de alcance, actualizan beneficios sociales dado que el costo de ofrecer servicios en

forma simultánea por medio de una misma red es menor que ofrecerlos en forma separada, cada uno de ellos utilizando una red independiente.

### 1.2.3 Demanda de datos móviles en el mundo

#### La red móvil en el año 2012

De la Figura 1.12 se puede apreciar un aumento en el tráfico móvil 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).

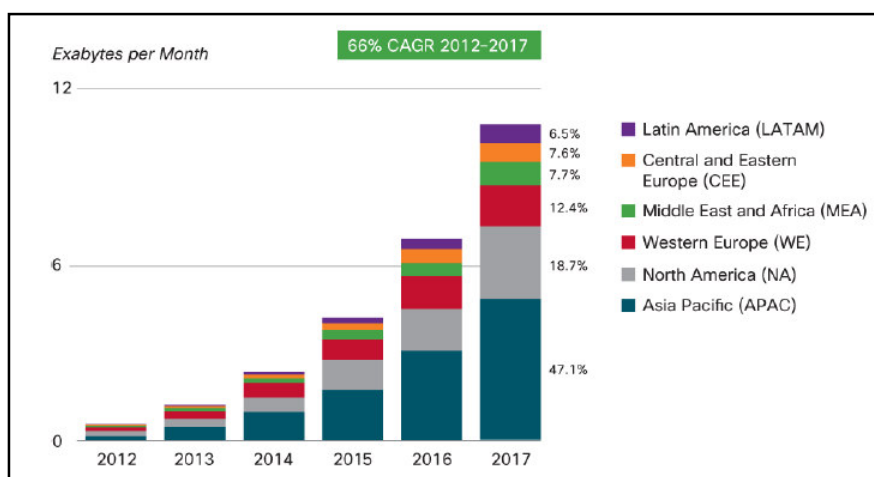


*Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.5*

#### **Figura 1.12: Estimación de Exabytes de tráfico de datos móviles por año**

Como se muestra en la Figura 1.13, las regiones de Asia Pacífico y América del norte representarán casi las dos terceras partes del tráfico móvil global en el 2017. Oriente Medio y África experimentarán la mayor Tasa de Crecimiento Anual Compuesto (CAGR) del 77%, mientras que Asia Pacífico tendrá el segundo mayor CAGR del 76 por ciento. Las regiones emergentes

del mercado de América Latina y Europa Central y Oriental tendrán CAGR de 67% y 66%, respectivamente y junto con Medio Oriente y África representarán una proporción creciente del tráfico de datos móvil total hasta de 19% a finales de 2012, y de 22% para el 2017. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.2)[8].



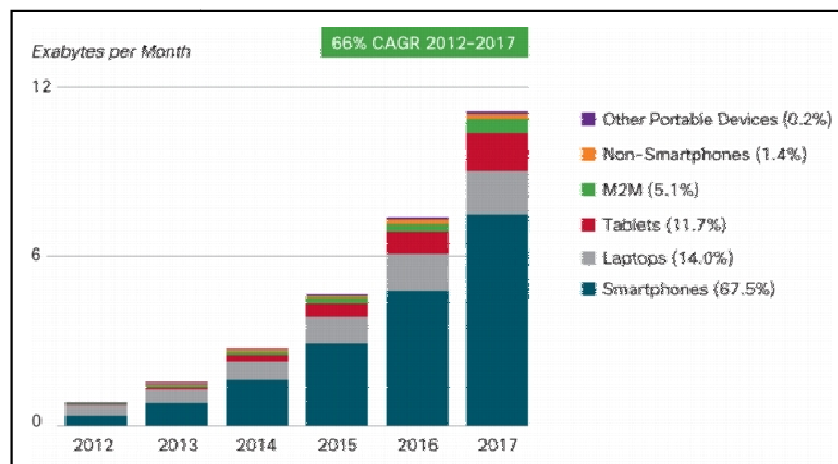
Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.6

**Figura 1.13: Estimación de tráfico de datos móviles por región**

Cisco Networking (Febrero, 2013) identifica 9 tendencias/causas principales de la detonación del crecimiento de tráfico de datos móviles a nivel mundial, las cuales se presentarán a continuación:

Tendencia No. 1: Diversificación de dispositivos.

La Figura 1.14 muestra los dispositivos responsables del crecimiento del tráfico de datos móviles. Computadoras portátiles generan una cantidad desproporcionada de tráfico hoy, pero los smartphones y nuevas categorías de dispositivos tales como tabletas y aplicaciones M2M comenzarán a ser más importantes en el tráfico en el año 2017. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.6)[8].



Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012-2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.7

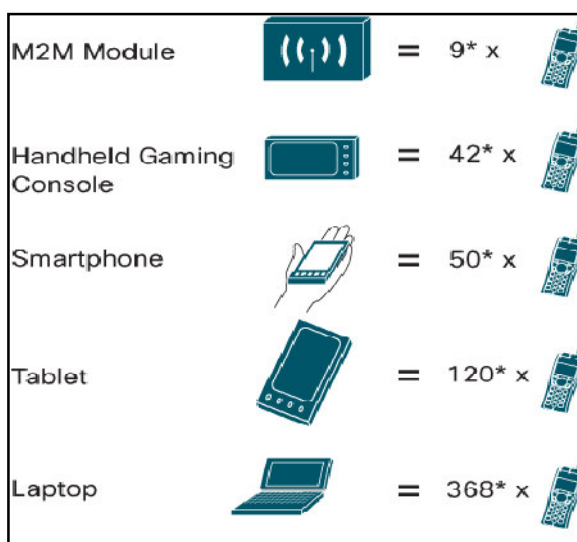
### Figura 1.14: Dispositivos responsables del crecimiento de tráfico de datos móviles

El creciente número de dispositivos inalámbricos que acceden a redes de telefonía móvil en todo el mundo es uno de los principales contribuyentes al crecimiento del tráfico. Cada año nuevos dispositivos en diferentes formatos y mayores capacidades e inteligencia se están introduciendo en el mercado. Cisco estima que para el 2017, habrán 8,6 billones de dispositivos personales o portátiles listos y 1,7 billones de conexiones máquina a máquina (por ejemplo, sistemas GPS en coches, sistemas de seguimiento de encomiendas y sectores industriales o aplicaciones médicas que permiten que registros de pacientes y estados de salud estén disponibles inmediatamente). (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.8)[8].

La proliferación de teléfonos de gama alta, las tabletas y portátiles en redes móviles es un importante generador de tráfico, ya que estos dispositivos ofrecen al consumidor contenidos y aplicaciones no compatibles con las generaciones anteriores de dispositivos móviles. Como se muestra en la



Figura 1.15, un sólo smartphone puede generar tanto tráfico como 50 teléfonos básicos; una tableta como mucho tráfico tanto como 120 teléfonos básicos; y una sola computadora portátil puede generar tanto tráfico como 368 teléfonos básicos. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.8)[8].



Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.9

**Figura 1.15: Multiplicador de tráfico de dispositivos finales**

*Tendencia No. 2: Crecimiento en tráfico promedio por dispositivo.*

Se espera que tráfico promedio por dispositivo aumente rápidamente durante el período del pronóstico (2012 - 2017), como se muestra en la Tabla 1.1. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.9)[8].

**Tabla 1.1: Resumen de crecimiento del uso de dispositivos, MB por mes**

Device Type	2012	2017
Nonsmartphone	6.8	31
M2M Module	64	330
Smartphone	342	2,660
4G Smartphone	1,302	5,114
Tablet	820	5,387
Laptop	2,503	5,731

*Fuente: Cisco Visual NetworkingIndex: "Global Mobile Data TrafficForecastUpdate, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.9*

El crecimiento de uso por dispositivo sobrepasa al crecimiento de número de dispositivos. Como se muestra en la Tabla 1.2, la tasa de crecimiento del tráfico de datos de nuevos dispositivos móviles es de dos a cinco veces mayor que la tasa de crecimiento de usuarios. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.2)[8].

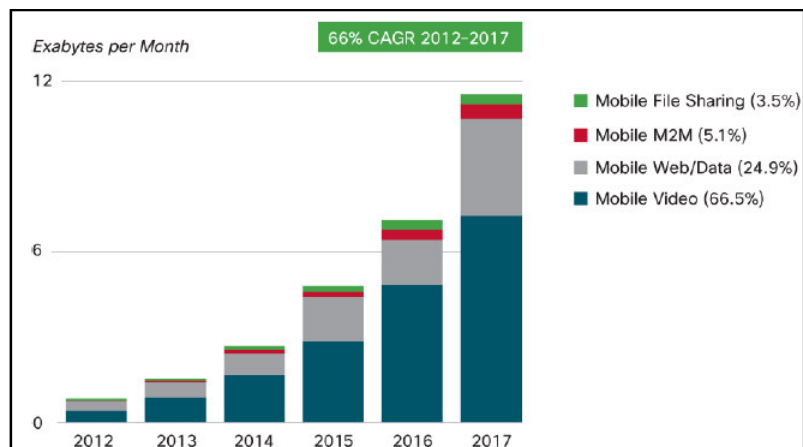
**Tabla 1.2: Comparación entre el crecimiento por unidad de dispositivo y el crecimiento de tráfico de datos móviles**

Device Type	Growth in Devices, 2012–2017 CAGR	Growth in Mobile Data Traffic, 2012–2017 CAGR
Smartphone	20%	81%
Tablet	46%	113%
Laptop	11%	31%
M2M Module	36%	89%

*Fuente: Cisco Visual NetworkingIndex: "Global Mobile Data TrafficForecastUpdate, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.9*

### Tendencia No. 3: Videos móviles.

Debido a que el contenido de videos móviles tiene tasas de bits mucho más altas que otros tipos de aplicaciones, los vídeo móviles generarán gran parte del crecimiento del tráfico móvil en el 2017. De los 11,2 exabytes por mes que serán transmitidos en la red móvil en 2017, 7,4 exabytes será por video (véase la Figura 1.16). (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.10)[8].



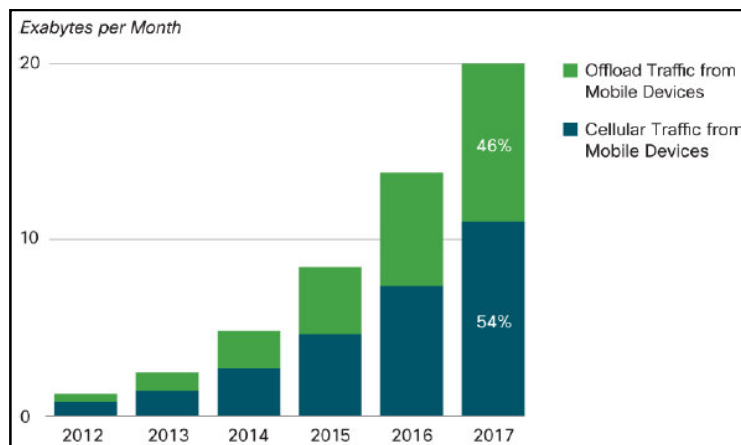
Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.10

**Figura 1.16: Videos móviles generarán más del 66% del tráfico de datos móviles en el año 2017**

Tendencia No. 4: Descarga de tráfico de redes móviles a redes fijas.

Mucha actividad de datos móviles se lleva a cabo en las casas de los usuarios. Para los usuarios con banda ancha fija y puntos de acceso Wi-Fi en casa, una proporción considerable de tráfico generado por los dispositivos móviles y portátiles es descargado desde la red móvil en la red fija. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.11)[8].

Como un porcentaje del tráfico total de datos móviles de todos los dispositivos conectados, la descarga móvil aumentará del 33% (429 petabytes/mes) en el 2012 al 46% (9,6 exabytes/mes) en el 2017 (véase la Figura 1.17). (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.11)[8].



Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.12

**Figura 1.17: 46% del tráfico de datos móviles total será descargado en el año 2017**

La cantidad de tráfico descargado desde smartphones será del 46% en el 2017 y la cantidad de tráfico descargado desde tabletas será del 71% en el 2017.

**Tendencia No. 5: Velocidades de conexión de red móvil aumentará 7 veces Globalmente.**

La velocidad promedio de conexión de red móvil en el 2012 fue de 526 Kbps. La velocidad media crecerá a una tasa compuesta de crecimiento anual del 49 por ciento y superará a 3,9 Mbps en 2017. Las velocidades de los smartphones, generalmente de tercera generación y más alto, son actualmente casi cuatro veces superior al promedio global. Velocidades de los smartphone se triplicarán en el 2017, alcanzando 6,5 Mbps. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.13)[8].

Hay evidencia anecdótica para apoyar la idea de que el uso aumenta cuando aumenta la velocidad, aunque a menudo hay un retraso entre el aumento en la velocidad y el incremento en uso, el cual puede ir desde unos meses hasta varios años. Muchas de las tendencias en las predicciones de tráfico resultantes pueden verse en la velocidad de pronóstico, como las altas tasas de crecimiento para los países en desarrollo y regiones relativas a las áreas más desarrolladas (véase la Tabla 1.3). (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.13)[8].

**Tabla 1. 3: Velocidades promedio de conexión a la red móvil proyectadas (en kbps) por dispositivo y región**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR 2012-2017
<b>Global</b>							
Global speed: All Handsets	526	817	1,233	1,857	2,725	3,898	49%
Global speed: Smartphones	2,064	2,664	3,358	4,263	5,284	6,528	26%
Global speed: Tablets	3,683	4,811	6,082	7,624	9,438	11,660	26%
<b>By Region</b>							
Middle East & Africa	219	371	640	1,101	1,837	2,898	68%
Central & Eastern Europe	551	909	1,458	2,288	3,426	4,760	54%
Latin America	200	349	586	956	1,492	2,207	62%
Western Europe	1,492	2,233	3,124	4,168	5,429	7,013	36%
Asia-Pacific	316	506	806	1,318	2,039	3,036	57%
North America	2,622	4,083	5,850	8,023	10,793	14,399	41%

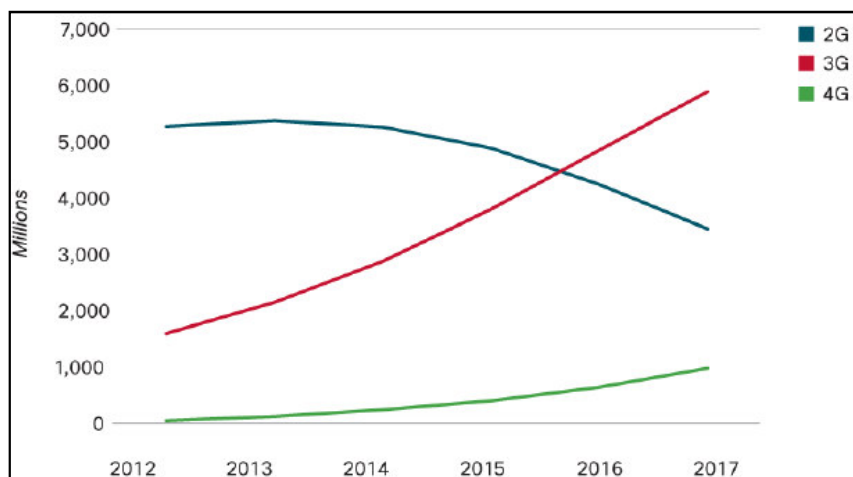
Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012-2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.14

#### Tendencia No. 6: Impacto de conexiones 4G en aumento

Por un lado la explosión de aplicaciones móviles y la adopción de conectividad móvil de los usuarios finales y, por otro lado, la necesidad de gestión de ancho de banda optimizado y la monetización de red, están impulsando el crecimiento global de adopción e implementaciones de tecnología 4G. Proveedores de servicios, en todo el mundo, lanzan redes 4G para ayudar a satisfacer la creciente demanda del usuario final con un mayor ancho de banda, seguridad y conectividad continua. (Global Mobile Data

Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.14)[8].

Mientras que, en el 2015, las conexiones y dispositivos con capacidad 3G ganarán un porcentaje de 50% de todos los dispositivos y conexiones, 10% de todas las conexiones y dispositivos globales será con tecnología 4G en el 2017 (véase la Figura 1.18). Las conexiones de 4G móvil global crecerán de 60 millones en 2012 a 992 millones en 2017 en un CAGR del 75%. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.14)[8].



Fuente: Cisco Visual Networking Index: “Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017”, por Cisco Networking, Febrero 2013, p.15

**Figura 1.18: Conexiones y dispositivos móviles globales en tecnologías 2G, 3G y 4G**

El crecimiento de 4G con sus beneficios de mayor ancho de banda, menor latencia y mayor seguridad ayudará a las regiones a reducir la brecha entre los rendimientos de su redes fijas y móviles, llevándola incluso a una mayor adopción de tecnologías móviles por parte de los usuarios finales. Todo esto permitirá el acceso a cualquier contenido desde cualquier lugar. (Global

Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.15)[8].

*Tendencia No. 7: Las aplicaciones de usuario impulsan el consumo de datos móviles.*

Con el creciente número de teléfonos inteligentes y tablets con conexión a redes móviles, la atención se centra en el impacto de las tendencias de consumo de datos que afectan a los usuarios finales y proveedores de servicios. Los usuarios finales se están informando cada vez más sobre cómo pueden adaptar patrones de uso para lograr una mayor eficiencia. Proveedores de servicios están buscando tendencias de uso de datos con el fin de implementar la optimización de rendimiento de la red en tiempo real y para guiar inversiones estratégicas que aumenten las capacidades de la red en un entorno de servicios rentables. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.20)[8].

Para smartphones y tablets a nivel mundial, los principales tres tipos de aplicación (excluyendo las actualizaciones del sistema) son los mismos para ambos tipos de dispositivos, aunque en diferentes porcentajes. Tal como se muestra en la Tabla 1.4, streaming de vídeo y aplicaciones de comunicaciones como YouTube, Hulu o Netflix están en el primer puesto en ambas plataformas de dispositivo (aunque el consumo de datos es ligeramente superior en tablets). Las aplicaciones de información como Google Maps, PulseNews y Wall Street Journal, ocupan el segundo puesto en tablets. Redes sociales (Facebook, Twitter) ocupan el primer puesto en smartphones, debido a que la movilidad de banda ancha permite a los usuarios conectarse instantáneamente a las distintas páginas sociales. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.21)[8].

**Tabla 1.4 Consumo de datos por aplicaciones principales**

	Smartphone (Percentage of Data Consumption)	Tablet (Percentage of Data Consumption)
Video/Communications	45%	50%
Information	12%	17%
Web Browsing	6%	7%
Social Networking	7%	3%
Music/Audio Streaming	4%	3%

Fuente: Cisco Visual Networking Index: "Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017", por Cisco Networking, Febrero 2013, p.21

#### Tendencia No. 8: Internet de las cosas (móvil)

La comunicación celular entre objetos, máquinas o sensores ha provocado el crecimiento de las conexiones M2M. Estas conexiones son llevadas en el hogar, seguridad, automatización de plantas, utilidades, mantenimiento, automoción, salud, electrónica de consumo, etc.

Las tecnologías M2M están siendo usadas en todo tipo de industrias. La información en tiempo real está ayudando a las empresas a implementar nuevos sistemas de seguridad, como por ejemplo videos en hospitales para ayudar a los profesionales de la salud a supervisar remotamente el progreso de sus pacientes. (Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012 – 2017, Cisco Networking, Feb 6, 2013, p.22)[8].

A continuación se tratará sobre el nivel de crecimiento de las TICs en el Ecuador, en base al *Reporte Anual de Estadísticas sobre las Tecnologías de la Información y Comunicaciones* en el año 2011 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC.

#### **1.2.4 Demanda de datos móviles en Ecuador**

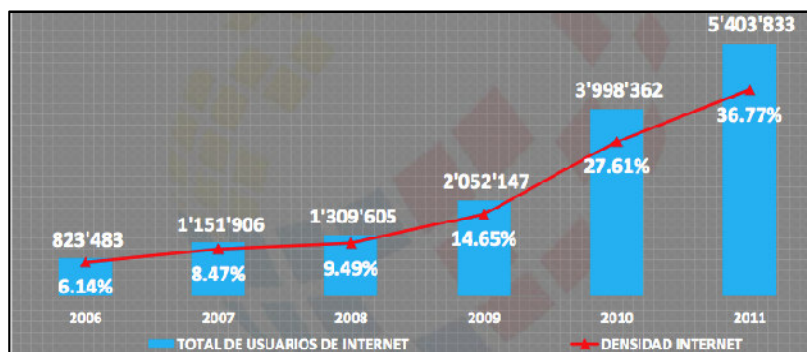
El INEC, en la encuesta a hogares realizada en Diciembre del 2011 arrojó los siguientes resultados:

##### Crecimiento de densidad de Internet Banda Ancha Móvil/Fija en Ecuador

De la Figura 1.19 se puede apreciar el total de líneas y densidad de Internet



a nivel Nacional. La densidad de Internet es de 36,77%, los usuarios de Internet desde el año 2006 hasta el 2011 se ha septuplicado. Es decir, de los 5.403.833 usuarios, 5.370.179 acceden a través de enlace de Banda Ancha (128/256 bps).(INEC, Censo 2011, INEC, Diciembre 2011, p.9) [9].

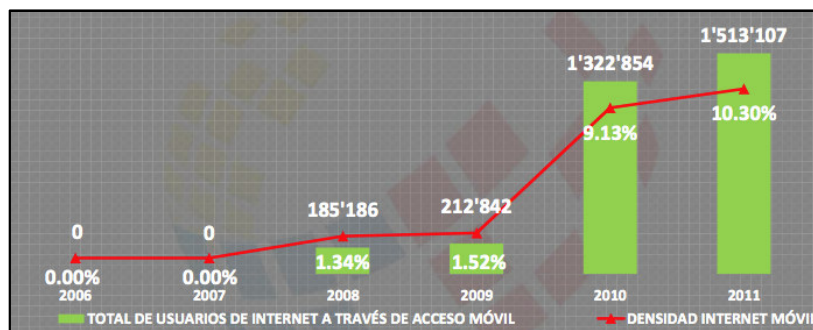


Fuente: Reporte Ecuador Digital 2.0 – MINTEL, Abril 2012, p.9

**Figura 1.19: Líneas y densidad de Internet a nivel Nacional**

De la Figura 1.20 se observa que el servicio de Banda Ancha Móvil en el país es de 108%. La densidad de líneas activas de datos creció de 1,52% en el año 2009 a 10,30% en el 2011. En este último año, el 78,8% de los hogares tuvieron alcance a la telefonía celular, respecto a los 73,5% del 2009.

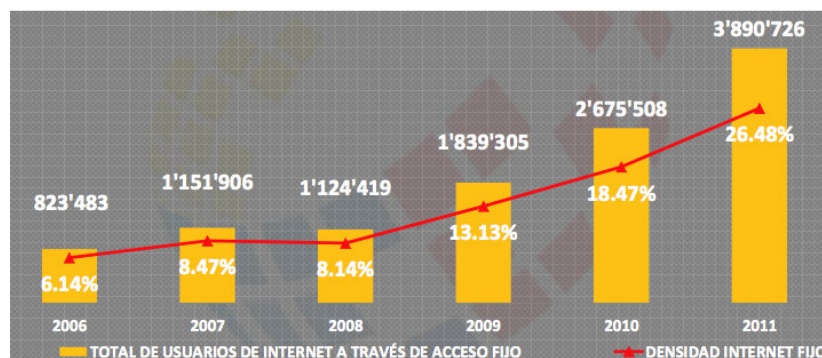
De esta Figura 1.20 se ve que la relación entre usuarios y abonados de Internet es de 1:1.



Fuente: Reporte Ecuador Digital 2.0 – MINTEL, Abril 2012, p.9

**Figura 1.20: Total de usuarios de Banda Ancha Móvil a nivel Nacional**

En la Figura 1.21 se muestra que la densidad del servicio de Telefonía de Banda Ancha fija en el país es de 15%. La densidad de líneas de datos creció de 13,13% en el año 2009 a 26,48% en el 2011. En este último año, el 39,9% de los hogares tuvo alcance a la telefonía fija, respecto a los 35,6% del 2009. (INEC, Censo 2011, INEC, Diciembre 2011, p.9) [9].

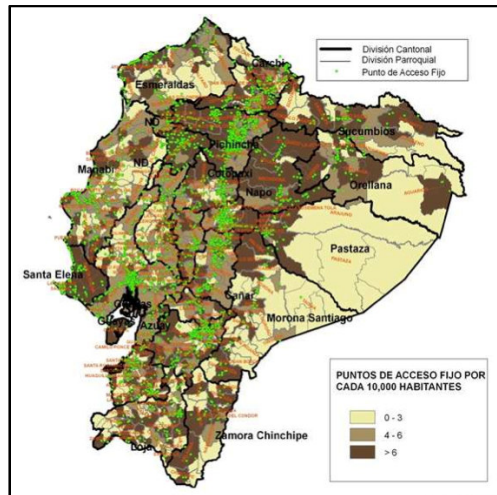


Fuente: Reporte Ecuador Digital 2.0 – MINTEL, Abril 2012, p.9

**Figura 1.21: Total de usuarios de Banda Ancha Fija a nivel Nacional**

### Infraestructura y cobertura de Internet

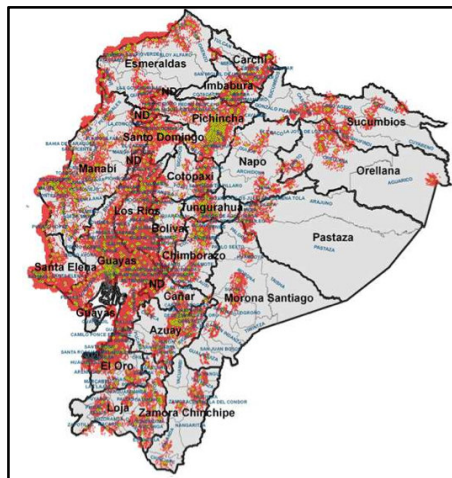
En el 2006 la infraestructura de redes de telecomunicaciones era limitada. A finales del 2011, la infraestructura de telecomunicaciones incrementó en enlaces redundantes en topología estrella. A Diciembre del 2011 se tiene un total de 9.386 puntos de acceso de banda ancha en red troncal fija como infraestructura de redes de transporte de telecomunicaciones (véase la Figura 1.22).(INEC, Censo 2011, INEC, Diciembre 2011, p.11) [9].



Fuente: Reporte Ecuador Digital 2.0 – MINTEL, Abril 2012, p.11

**Figura 1.22: Cobertura Banda Ancha Fija**

En la Figura 1.23 se muestra la cobertura actual de SMA – CNT EP, OTECEL S.A y CONECEL S.A. A Diciembre 2011 se tiene un total de 5.234 Radiobases de Banda Ancha Móvil como infraestructura del servicio móvil avanzado.

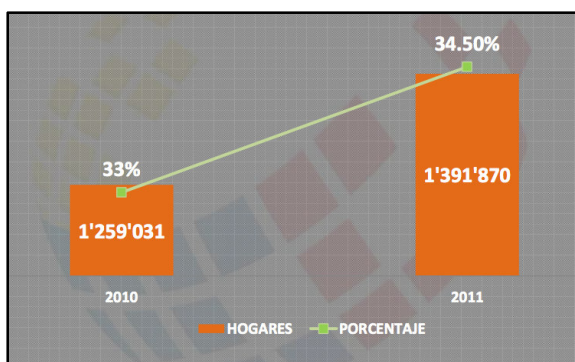


Fuente: Reporte Ecuador Digital 2.0 – MINTEL, Abril 2012, p.12

**Figura 1.23: Conectividad Banda Ancha Móvil**

## Equipamiento

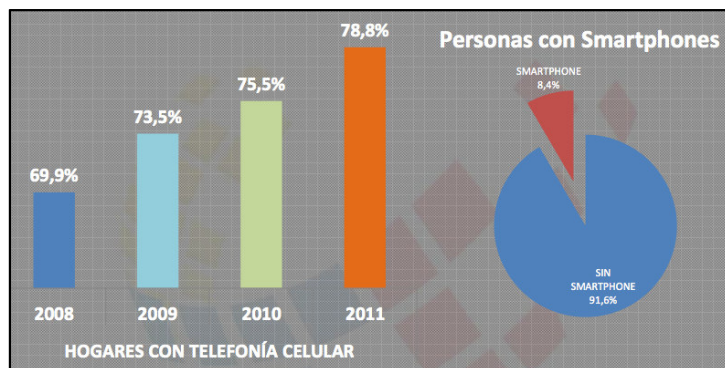
En la Figura 1.24 se muestra el equipamiento de PCs en los hogares del país. El 9,8% tiene una computadora portátil, esto es 395.372 hogares. El 24,7% de hogares tienen una computadora de escritorio, esto es 949.996.(INEC, Censo 2011, INEC, Diciembre 2011, p.12) [9].



*Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo INEC – ENEMDUR, Diciembre 2013, p.13*

**Figura 1.24: Computadoras escritorio y portátiles en el hogar**

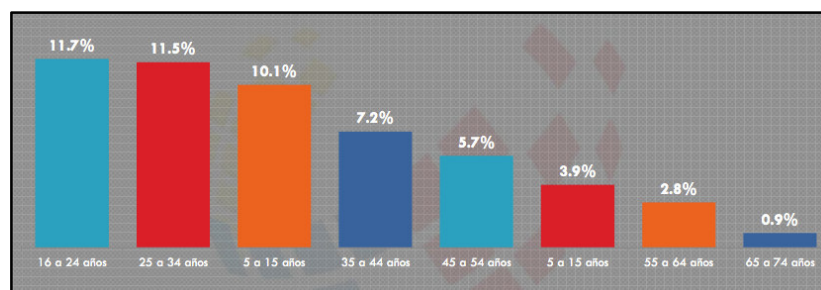
De la Figura 1.25 se puede observar que el 78,8% de los hogares ecuatorianos poseen telefonía celular, esto es 3.006.414 hogares a nivel Nacional. El 8,4% de la población tiene un celular inteligente, lo que representa un total de 662.340 Smartphones activos a Diciembre 2011.



Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo INEC – ENEMDUR, Diciembre 2013, p.13

**Figura 1.25: Equipamiento móvil en el hogar y smartphones**

De la población que utiliza teléfonos inteligentes, el 11,7% corresponde a personas de 16 a 24 años, seguidos de los de 25 a 34 años con 11,5% (véase la Figura 1.26).



Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo INEC – ENEMDUR, Diciembre 2013, p.14

**Figura 1.26: Personas que poseen teléfono inteligente**

Se ha analizado el impacto que conlleva la existencia de la división digital, tales como la diferencia de desarrollo y arraigo de las TICs en los países del mundo. Esto provoca desigualdades de desarrollo entre y dentro de los mismos, una de estas mayores desigualdades es la brecha de la banda ancha que con su explosivo crecimiento en el tráfico de datos ha acentuado más la diferencia de desarrollo de las TICs a nivel mundial.

A continuación se presentará una de las más relevantes consecuencias del crecimiento explosivo en el tráfico de datos: el agotamiento de direcciones IP. Estas direcciones son fundamentalmente necesarias para la interconexión entre equipos para acceder a la Internet o a redes compartidas y poder enviar y recibir tráfico paquetizado según los lineamientos de transmisión de las distintas tecnologías IP.

### **1.3 Agotamiento de bloques de direccionamiento IP**

El 1 de febrero de 2011, en Miami, la Autoridad de Asignación de Números en Internet (IANA) (véase Sección 2.7.1) entregó los últimos cinco bloques de direcciones de Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) a los Registros de Internet Regionales (RIRs) 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). (Archive of Ceremony and PressConference, NRO, febrero 3, 2011, párr. 1-2) [10].

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, seguido por el Asia Pacific Network Information Center (APNIC), Registro Americano de Números de Internet (ARIN), por América del Norte, América Latina y el Caribe e Internet Registro de Direcciones (LACNIC). Los RIR para Europa y Medio Este, RIPE NCC, recibieron el último bloque 185/8, disponible al final de las direcciones del actual sistema de IPv4. (Archive of Ceremony and PressConference, NRO, febrero 3, 2011, párr. 3) [10].

APNIC restringirá la asignación de direcciones IPv4 restantes a los proveedores más pequeños para asegurar que el bloque final dure cinco hasta diez años (Wilson, P. Febrero 2011). El agotamiento de direcciones IPv4 es importante porque aunque se lo preveía lejano marcó el final del

protocolo aún vigente, y después de varios años será recordado como una transición necesaria que permitió el crecimiento de la red de redes.

Con el agotamiento de direcciones IPv4, el siguiente lote de direcciones electrónicas disponible por la IANA será el IPv6 que utiliza un sistema de 128 bits y cuenta con más de 340 sextillones de posibles direcciones. (Archive of Ceremony and PressConference, NRO, febrero 3, 2011, pár. 5) [10].

Debido a la inminente escasez de direcciones IPv4 los proveedores han optado por proporcionar a sus clientes direcciones IP privadas, es decir no reconocidas en Internet, mediante mecanismos de traslación de direcciones o NetworkAddressTranslation (NAT). Esto es, se usa una sola dirección IP pública para toda una red privada. Este mecanismo no es muy eficiente ya que no puede ser implementado en los terminales móviles y en muchas aplicaciones ya que no soportan este tipo de direcciones, especialmente aquellas relacionadas con la autenticación y seguridad en la comunicación. (Protocolo Internet Versión 6 (IPv6), Febrero 2011, pár. 4) [10].

Los interesados en Internet, como los Gobiernos, el correo y otros servicios, necesitarán invertir en IPv6 o enfrentar la probabilidad de que sus ciudadanos o usuarios queden fuera. Para las organizaciones no equivale un costo adicional cambiar a IPv6 ya que los distintos RIRs han realizado despliegues desde ya.

A continuación, se explicará con mayor detalle las características técnicas de estos dos protocolos, su evolución, las entidades que controlan y son responsables de la asignación de bloques de direccionamiento IP a las diferentes sub entidades a nivel mundial, y las políticas en las que se basan.

## **CAPÍTULO 2**

### **DIRECCIONAMIENTO IP**

#### **2.1 Evolución de los protocolos de internet**

Del Capítulo 1 se puede apreciar que el surgimiento de la Brecha digital y Banda Ancha, el crecimiento de las TICs 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 IPv4 al punto de contar con una cantidad limitada de bloques de direccionamiento en la IANA tal como se especificó en la Sección 1.3.

Como consecuencia la Internet EngineeringTaskForce (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. Se empezó con un proceso de diseño y se tomó a consideración varias



alternativas para el desarrollo de un protocolo que pudiera solventar los inconvenientes de IPv4 los cuales se especifican en la sección 2.3.3, dando como resultado un diseño completo a mediados del 1995. Luego de realizadas las respectivas pruebas de implementación se publicó la versión actual del IPv6 a finales del año 1998. A pesar de contar con el diseño final de este protocolo se han realizado cambios en los formatos y en la interpretación de los campos de datos con la finalidad de lograr que la red opere de mejor manera en rangos de tiempo considerables. (Bienvenido al sitio web de IPv6, ITU, 2013, pár. 3) [11].

En la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, celebrada en Johannesburgo año 2008, entre los Estados Miembros de la UIT y los Miembros de Sector se llegó a un consenso de adoptar la Resolución 64 "*Asignación de direcciones IP y fomento de la implantación de IPv6*".(Bienvenido al sitio web de IPv6, ITU, 2013, pár. 4) [11].

Sin embargo, la transición de protocolos IPv4 al IPv6 se vuelve cada vez más compleja y su implantación es muy complicada; comprende aspectos económicos, de política, operativos y técnicos.

#### Función de la UIT

LA UIT con el objetivo de difundir la implementación del IPv6 en el mundo y llegar a un consenso acerca de la implantación, gestión y formulación de políticas relativas a este protocolo, se ha basado en los progresos alcanzados por organizaciones como la IETF, los RIRs, la ICANN y la ONR.(Bienvenido al sitio web de IPv6, ITU, 2013, pár. 7) [11].

La UIT contribuye activamente en esferas tales como:

- Promoción, creación de capacidad y asistencia técnica para países en

desarrollo.

- Cooperación y contribución a la labor de las organizaciones pertinentes. Por ejemplo, los Reglamentos de Régimen Interior (RRI). (Bienvenido al sitio web de IPv6, ITU, 2013, pár. 8)[11].

## **2.2 IETF: Internet EngineeringTaskForce**

La IETF es una organización internacional abierta de normalización, con el objetivo de contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas como transporte, encaminamiento y seguridad. La IETF es mundialmente conocida por ser la entidad que regula las propuestas y los estándares de Internet, conocidos como Request for Comments (RFC). Fue creada en los Estados Unidos de América en el año 1986. (El Tao de IETF, Hoffman, P. 2012, pár.s 1-2)[12].

La IETF es una institución sin fines de lucro, abierta a la participación de cualquier persona, con la finalidad de mantener la arquitectura de Internet y los protocolos que la conforman funcionando correctamente. Es considerada como la organización con mayor autoridad para modificar parámetros técnicos sobre los que funciona la red. Se compone de técnicos y profesionales en el área de redes, tales como investigadores, integradores, diseñadores de red, administradores, vendedores, entre otros. Dado que la organización abarca varias áreas, se utiliza una metodología de división en grupos de trabajo, cada uno de los cuales trabaja sobre un tema concreto con el objetivo de concentrar los esfuerzos. (El Tao de IETF, Hoffman, P. 2012, pár.s 3-5) [12].

La RFC: 3935 considera que la IETF tiene como objetivo principal lograr que la Internet tenga un mejor funcionamiento mediante la producción de documentos técnicos de alta relevancia, que influyan en la forma en que las personas diseñan, usan y manipulan la Internet. (MissionStatement, IETF, pár. 1) [13].

La IETF funciona según los principios detallados a continuación:

**Proceso abierto:** Toda persona interesada puede participar, estar al tanto de todo lo que se ha decidido y hacer escuchar su voz en los problemas que puedan surgir. Parte de este principio es el compromiso de la IETF de producir documentos, listas de atención y citas publicitarias disponibles en la Internet. (MissionStatement, IETF, párr. 2) [13].

**Competencia técnica:** Los documentos producidos por la IETF nacen de inconvenientes en los cuales esta organización tiene el derecho de intervenir. Así como esta organización tiene la capacidad de intervenir para dar soluciones técnicas también se espera que los documentos desarrollados sean de una alta calidad ingenieril. (MissionStatement, IETF, párr. 3) [13].

**Núcleo voluntario:** Los participantes y líderes de la IETF son personas que desean trabajar para dar soporte a la organización y proporcionar herramientas para un mejor desarrollo y funcionalidad de la Internet. (MissionStatement, IETF, párr. 4) [13].

**Consenso y código:** La IETF produce estándares basados tanto en el juicio ingenieril de sus participantes como en la experiencia de la organización en la implementación y despliegue de las RFC. (MissionStatement, IETF, párr. 5) [13].

**Propiedad de Protocolo:** Cuando la IETF toma propiedad de un protocolo o un problema, acepta la responsabilidad en todos los aspectos del mismo aun cuando estos no tengan que ver con el uso de la Internet. De manera contraria, si la IETF no toma propiedad de un protocolo o función no ejercerá control sobre el mismo a menos que éste afecte al funcionamiento de la Internet. (MissionStatement, IETF, párr. 6) [13].

Cada área de la IETF tiene más de 1 director y en conjunto conforman la Internet Engineering Steering Group (IESG). La IESG es responsable del

manejo técnico de las actividades de la IETF y el proceso de los estándares de Internet incluyendo las especificaciones, para que sean aprobados como un RFC. (Mission Statement, IETF, párr. 7) [13].

En cada área hay múltiples WG (Working Groups). Cada WG tiene uno o más líderes que maneja y define el trabajo a realizar junto con la fecha de entrega. Existen más de 100 WGs. Estos producen Internet Drafts (I-Ds) que normalmente conllevan a la publicación de un estándar de Internet. (Mission Statement, IETF, párr. 8) [13].

A continuación se presentan los dos protocolos de Internet más relevantes de este estudio, el IPv4 e IPv6.

## **2.3 IPv4: Protocolo de internet versión 4**

### **2.3.1 Definición**

IPv4 es la versión 4 del Protocolo de Internet y 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 RFC 791 elaborado por la IETF en Septiembre de 1981, documento que dejó obsoleto al RFC 760 de Enero de 1980. (Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, párr. 1) [14].

IPv4 es un protocolo orientado hacia datos que se utiliza para comunicación entre redes a través de conmutadores (switches) de paquetes (por ejemplo a través de Ethernet). (Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, párr. 2) [14].

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. (Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, párr. 4) [14].

### 2.3.2 Características técnicas

Entre las características más importantes de IPv4 están las siguientes:

- Es un protocolo de un servicio de datagramas no fiable, es también referido como 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. (Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, pár. 5) [14].

Direcciones: IPv4 utiliza direcciones de 32 bits (4 bytes) por lo que el número de direcciones posibles a utilizar es de 4,294,967,295. Muchas de estas direcciones están reservadas para propósitos especiales como lo son las redes privadas, redes Multicast, entre otras. Esto provoca una reducción en el número de direcciones IP utilizables, por lo que se impulsó la creación de IPv6 como reemplazo de IPv4.

Sin conexión: No establece conexión antes de enviar los paquetes de datos. Máximo esfuerzo (no confiable): No se usan encabezados para garantizar la entrega de paquetes.

Medios independientes: Operan independientemente del medio que lleva los datos.

Representación de las direcciones: Cuando se escribe una dirección IPv4 en cadenas, la notación más común es la decimal con puntos. Hay otras notaciones basadas sobre los valores de los octetos de la dirección IP.

Como ejemplo, la dirección IP 201.161.1.226 representada en las distintas bases se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1: Notaciones existentes para direcciones IP**

Notación	Valor	Conversión desde decimal con puntos
Decimal con puntos	201.161.1.226	-
Hexadecimal con puntos	0xC9.0xA1.0x01.0xE2	Cada octeto de la dirección es convertido individualmente a hexadecimal.
Octal con puntos	0311.0241.0001.0342	Cada octeto es convertido individualmente a octal.
Binario con puntos	11001001.10100001.00000001.11100010	Cada octeto es convertido individualmente a binario
Hexadecimal	0xC9A101E2	Concatenación de los octetos de hexadecimal con puntos.
Decimal	3382772194	La forma hexadecimal convertida a decimal.
Octal	31150200742	La forma hexadecimal convertida a octal.
Binario	11001001101000010000000111100010	La forma hexadecimal convertida a binario.

*Fuente: Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010,*

<http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/introduccion-ipv4>

**Asignación:** Desde 1993 rige el esquema Classless Inter-Domain Routing o Encaminamiento Inter-Dominios sin Clases (CIDR) cuya principal ventaja es permitir la subdivisión de redes y permite las entidades sub-asignar direcciones IP, como haría un ISP con un cliente (véase la Sección 2.7)

*Fuente: Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, párs 6-9.[14].*

#### Clasificación de direcciones IPv4

Las direcciones IPv4 son números binarios de 32 bits que son usados como direcciones en los protocolos IPv4, el cual es utilizado en Internet. Existen los siguientes tres tipos de direcciones IPv4:

- **Públicas:** Las direcciones IPv4 públicas constituyen el espacio de direcciones de Internet, son distribuidas para ser globalmente únicas. El principal propósito de este espacio de direcciones es permitir la comunicación usando IPv4 sobre Internet. Otro propósito es permitir la comunicación entre redes privadas interconectadas. (Manual de Políticas: Direcciones IPv4, Lacnic, Marzo 2013, pár. 4) [15].
- **Direcciones IPv4 privadas:** Algunos rangos de direcciones IPv4 han sido reservados para la operación de redes privadas. Cualquier

organización puede usar estas direcciones IPv4 en sus redes privadas sin la necesidad de solicitarlo a algún RIR. La principal condición es que los dispositivos que usen estas direcciones IPv4 no necesiten ser alcanzados desde Internet. Estas direcciones se describen en el *RFC 1918*. (Manual de Políticas: Direcciones IPv4, Lacnic, Marzo 2013, pág. 5) [15].

- *Direcciones IPv4 especiales y reservadas*: Estos rangos de direcciones son reservadas para aplicaciones como el multicasting, están descritas en el *RFC 1112*. (Manual de Políticas: Direcciones IPv4, Lacnic, Marzo 2013, pág. 6) [15].

### **2.3.3 Estadísticas de IPv4 en el mundo.**

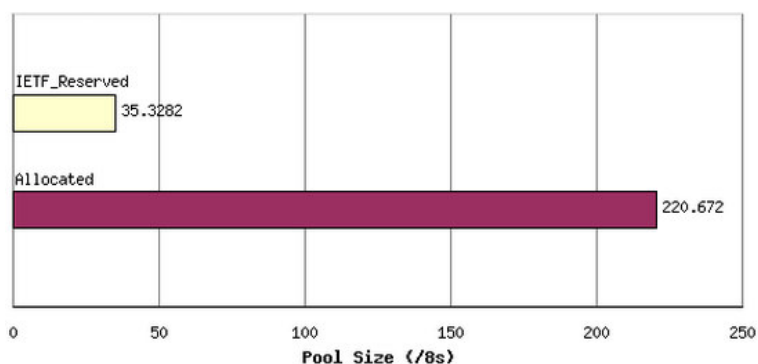
#### **Estado del pool de direcciones IPv4**

El espacio de direcciones IPv4 es un campo de 32 bits. Hay 4.294.967.296 valores únicos, considerados en este contexto como una secuencia de 256 "/8s", donde cada "/8" corresponde a los valores de dirección única 16.777.216. (Houston G., 2013, pág. 1) [16].

Como se señala en la RFC 5735, existe un número de bloques de dirección que están 'reservadas'. Hay un total del equivalente de 35,078/8 bloques de direcciones que son 'reservados'. (Está compuesta por 16/8 bloques reservados para su uso en escenarios de multidifusión, 16/8 bloques reservados para algún uso futuro no especificado, un /8 (0.0.0.0/8) para la identificación local, un /8 para loopback (127.0.0.0/8) y un /8 reservados para uso privado (10.0.0.0/8). Bloques de direcciones más pequeños también están reservados para otros usos especiales.) (Houston G., 2013, pág. 2) [16].

Los 220,922/8 bloques de direcciones restantes están disponibles para su uso en la red Internet IPv4 pública. (Houston G., 2013, pár. 3).

El estado actual de los espacios de direcciones IPv4 total se indica en la Figura 2.1.

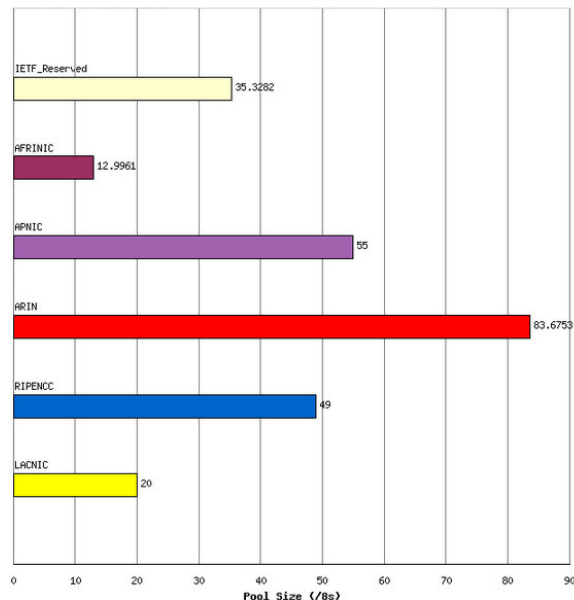


Fuente: Houston G., (n. f.), *Distribución de IPv4 por grupo geográfico*.  
<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/#r6>

**Figura 2.1: Estado del pool de direcciones IPv4**

La pool de los números distribuidos es administrada por los registros regionales de Internet -RIRs- (véase sección 2.6.1.1), en la Figura 2.2 se muestra la actual distribución de bloques de direcciones que han sido otorgados a cada -RIR- (véase sección 2.6.1.1) por el -IANA- (véase sección 2.6.1.1).

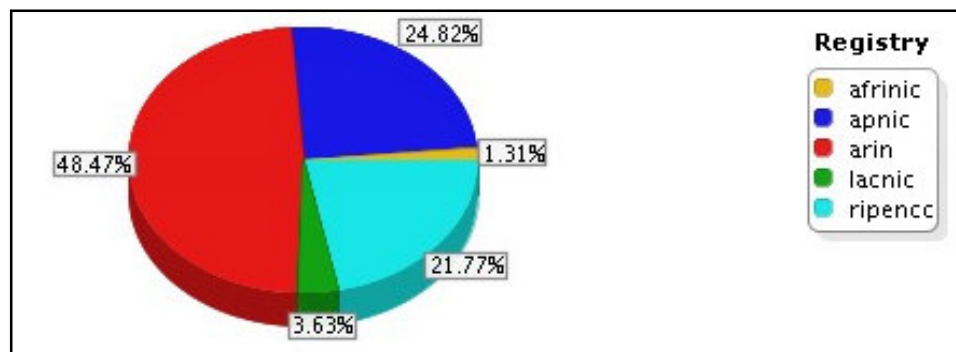




Fuente: Houston G., (n. f.), Distribución de IPv4 por grupo geográfico.  
<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/#r6>

**Figura 2.2: Estado del pool de direcciones Ipv4 por cada RIR**

En la Figura 2.3 podemos ver los porcentajes de distribución global y actual de direcciones IPv4 por cada RIR.



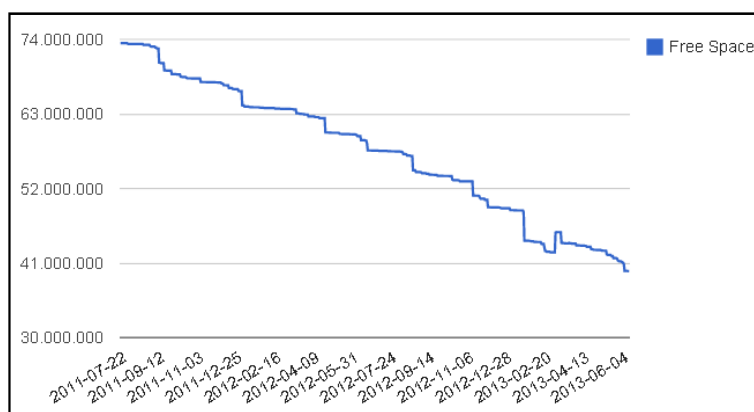
Fuente: APNIC (n. f.), Distribución de IPv4 por grupo geográfico.  
<http://www.apnic.net/publications/research-and-insights/stats/ipv4-geographic>

**Figura 2.3: Distribución Global de direcciones IPv4 por cada RIR**

Para efectos del presente estudio, se verá la cantidad de bloques de direcciones IPv4 disponibles en el RIR LACNIC hasta Junio de 2013.

### Espacio de direcciones Ipv4 disponibles en LACNIC

Actualmente LACNIC como RIR es responsable del registro, asignación y distribución de 11,13 /8s (186,730,240). La cantidad de direcciones disponibles hasta el 13 de Junio de 2013 se muestra en la Figura 2.4.



Fuente: LACNIC (n. f.), Reporte de terminación de direcciones IPv4, <http://www.lacnic.net/es/web/lacnic/reporte-direcciones-ipv4>

**Figura 2.4: Espacio de direcciones IPv4 disponibles en LACNIC**

Cuando el espacio restante en el gráfico muestra menos de 4,194,304 se considera el stock LACNIC agotado. Cuando se llegó a sólo 2,097,152 direcciones disponibles en el pool, LACNIC cambió las políticas relacionadas con el agotamiento del espacio de direcciones IPv4.

#### 2.3.4 Limitaciones y situación actual

Entre las limitaciones de IPv4 está la gran dimensión de las tablas de enrutamiento en la red troncal de Internet, lo cual hace ineficaz y perjudica de manera considerable los tiempos de respuesta. Por el contrario, en IPv6 el encaminamiento en la red troncal es más eficiente debido a una jerarquía de direccionamiento basada en la agregación y a que la fragmentación/desfragmentación de los paquetes se realiza de extremo a extremo. (Protocolo Internet Versión 6 (IPv6), Febrero 2011, pár. 1) [17].

No obstante, no fue esta la razón por la que se decidió crear el protocolo

IPv6 sino por el hecho de que cada vez estaba disminuyendo el número de bloques de direccionamiento a nivel mundial, situación derivada del crecimiento de la Internet. Cabe recalcar que este agotamiento se debe, además de la explosiva expansión de la Internet y aparición de nuevos dispositivos de interconexión, a la falta de coordinación en la delegación de direcciones durante los años 1980s ya que se dejó grandes espacios discontinuos entre bloques. (Protocolo Internet Versión 6 (IPv6), Febrero 2011, pár. 2) [17].

Otro problema de IPv4 es que no está preparado para soportar las nuevas aplicaciones de la red de Internet tales como la transmisión de video y audio en tiempo real y mecanismos de seguridad avanzada sobre los datos transmitidos. (El protocolo IPv6, Millán, R. 2001, pár. 13) [18].

Con el objetivo de reducir el tiempo de procesamiento de los paquetes se ha reducido el formato de la cabecera de IPv4 y se ha introducido el concepto de flujo, con esto los routers además de encaminar los paquetes pueden conmutarlos. Se ha mejorado también el mecanismo de codificación de los campos opcionales de la cabecera para la posibilidad de introducir opciones futuras nuevas. Por último, IPv6 ha mejorado la capacidad de autenticación y privacidad de los datos transmitidos, de esta manera la cabecera de autenticación garantiza que el origen indicado en el paquete es el verídico, mientras que en IPv4 el paquete en su cabecera podía tener indicado un origen distinto al verdadero. (El protocolo IPv6, Millán, R. 2001, pár. 13) [18].

Como resumen, podemos afirmar que aunque el funcionamiento del protocolo IPv4 ha sido satisfactorio, las limitaciones que propiciaron la creación de IPv6 fueron las siguientes:

- El sorprendente crecimiento del número de direcciones IP en uso.
- La necesidad de transmitir aplicaciones en tiempo real.
- La necesidad de mecanismos de seguridad.

- Limitación del campo de direcciones de 32 bits: División de las direcciones en subredes de clase A, B y C.
- Lento de procesar: Cabecera de tamaño variable y procesamiento de múltiples campos en cada salto
- Opciones limitadas para el control de flujo, enrutamiento: Campo de 8 bits para indicar el tipo de servicio y mecanismo de enrutamiento no apropiado para multicast.
- Poca seguridad: Posibilidad de enviar paquetes a cualquier dirección IP (imposibilidad de determinar si el host es quien dice ser) y facilidad de capturar transmisiones
- Soporte para hosts móviles inexistente: imposible cambiar de localización manteniendo la misma dirección IP.

*Fuente: Alcance libre, Barrios Dueñas, J. 2010, párs 6-9 [14].*

## **2.4 IPv6: Protocolo de internet versión 6**

### **2.4.1 Definición**

IPv6 es la versión 6 del Protocolo de Internet (IPv6). Definida en el RFC 2460 y diseñada para reemplazar al IPv4, versión 4 del Protocolo de Internet, que está actualmente implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a la Internet. (Mundo Visión TV–Net, IT Soluciones, 2012, pár. 1).

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 está empezando a agotarse 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 de población. Se espera no sólo que IPv6 brinde una mayor cantidad de direcciones de red permanentes, sino que también mejore el servicio a nivel global. (Mundo Visión TV – Net, IT Soluciones, 2012, pár.2)

[19].

#### **2.4.2 Solución ante problemática de IPv4**

IPv6 es la evolución de los protocolos de Internet, los cuales son esenciales en el funcionamiento de esta red. Se sabe que la organización IETF desarrolló las especificaciones básicas del protocolo IPv6 durante la década de los 90, luego de un trabajoso diseño en el que se seleccionó la mejor solución. El motivo principal por el que se desarrolló y desplegó este protocolo fue la necesidad de expandir el espacio de direccionamiento IP disponible, con lo que se daría acceso a Internet a billones de nuevos dispositivos y a nuevos usuarios del todo el mundo. Además de que la Banda Ancha y el desarrollo de tecnologías como xDSL, cable, ETTH (Ethernet-to-the-home), FTTH (Fiber-to-the-home), PLC (Power Line Communications), entre otras, son una de las razones claves de la demanda de nuevos bloques de direccionamiento IP, es decir implementación del IPv6. (Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 17)[20].

Mientras que IPv4 tiene direcciones de 32 bits que proveen aproximadamente 4 billones de direcciones únicas, en la práctica no pueden ser usadas todas debido a las ineficiencias en la asignación y en el uso. Es por esto que el IPv4 tiene una capacidad de direccionamiento limitado para sustentar el crecimiento de la Internet y la capacidad para permitir la conexión global de billones de nuevos dispositivos. La NAT (Network Address Translation) ha extendido la capacidad de direccionamiento IP del IPv4 mediante la utilización de direccionamiento reservado para uso privado. Sin embargo, NAT añade complejidad a la implementación de nuevos modelos para el crecimiento e innovación de la Internet, se requiere acceso seguro y permanente a los dispositivos, por ejemplo en las redes domésticas. IPv6 da solución a estos inconvenientes otorgando una capacidad virtual ilimitada de aproximadamente 340 sextillones de

direcciones. (Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 17) [20].

IPv6 juega un papel fundamental en el despliegue de tecnología de red celular 3G, junto con las nuevas aplicaciones y servicios multimedia. Esta importancia ha sido reconocida por la Comisión y el Consejo Europeo desde antes del 2002 y a lo largo de la evolución de las redes de Banda Ancha. Es por esto que la eEurope 2005 tuvo como plan de acción en el año 2005 “La disponibilidad y utilización generalizadas de redes de banda ancha, el desarrollo de protocolos IPv6, Internet y la seguridad en redes, Gobierno, aprendizaje, salud y negocios en línea en toda la Unión”.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 17) [20].

En la actualidad las redes de banda ancha y demás tecnologías están desplegándose y, por lo tanto, la variada gama de servicios y aplicaciones consideradas por muchos como sueños tecnológicos dejarán de serlo. Estas tecnologías permiten una visión de Inteligencia Ambiental, con escenarios inteligentes que puedan empezar por el desarrollo de hogares digitales con IPv6, seguridad electrónica en vehículos y un mejor funcionamiento y gestión de red, de esta manera los ISPs, Proveedores de servicios de Internet, podrán ofrecer sus servicios sin limitación alguna.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 17) [20].

### **2.4.3 Transición a IPv6**

Desde los inicios del diseño del IPv6 se consideró que el IPv4 iba a coexistir en la red por un largo periodo de tiempo, lo que genera inconvenientes en la transición al IPv6 ya que existen millones de dispositivos, aplicaciones y servicios que no pueden ser desconectados ni por un instante. Como ya se sabe, Internet se ha vuelto una infraestructura bastante crítica que no es posible parar, por ejemplo, una sola noche para actualizarla y que pueda

garantizar su funcionamiento con IPv6. Se sabe que a pesar de que la red ya esté trabajando con este protocolo, habrán dispositivos que no estén en la capacidad de trabajar con IPv6 por diversas razones.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 19) [20].

Es por esto que se han desarrollado mecanismos de transición que permitan la coexistencia de ambos protocolos, IPv4 e IPv6, por un periodo de tiempo que dependerá del número de factores, escenarios, sectores de gestión empresarial, entre otros. Por lo tanto, estos mecanismos de transición facilitarán la integración del IPv6 en redes que aun estén trabajando con IPv4.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 20) [20].

Desde el punto de vista técnico se puede afirmar que el IPv6 ha sido plenamente desarrollado, ya que en estos días se puede hacer con este protocolo todo lo que se podía con IPv4 e incluso mucho más, por ejemplo prever el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones. IPv6 traerá consigo una innovación del Internet, la cual se interrumpió en el despliegue de NAT con IPv4.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 20) [20].

Hace un par de años la mayoría de redes soportaban solamente IPv4 y solo algunas IPv6. Ahora la situación es diferente ya que más y más redes comerciales soportan IPv6. En un futuro cercano se tendrá a toda la Internet trabajando ambos protocolos y, consecuentemente, llegará el día en el que algunas redes no soporten más el IPv4. La comunicación end-to-end con IPv4 siempre será posible debido a que aun se está haciendo uso de los mecanismos de transición pero de forma inversa a cómo se utiliza hoy en día.(Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 20) [20].

La Euro6IX (2012) considera un hecho memorable el que la mayoría de la redes de educación e investigación en el mundo soporten IPv6 desde hace ya más de un año. Varias instituciones privadas se han comprometido a promocionar la implementación de este protocolo IPv6, entre ellas se incluyen la Comisión Europea, el Departamento de Defensa de EE.UU, entre otras. (Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 20) [20].

#### **2.4.4 Características técnicas**

La característica principal que distingue a IPv6 de IPv4 es un mayor espacio de direccionamiento. Asimismo, IPv6 mejora la capacidad en Internet en numerosos aspectos, como los que se describen a continuación:

##### Direcciones ampliadas

El tamaño de direcciones IP evoluciona de 32 bits en IPv4 a 128 bits en IPv6, esto permitiría más niveles en la jerarquía de direcciones. Además, IPv6 proporciona muchos más sistemas IPv6 con direcciones. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 2) [21].

##### Configuración automática de direcciones y descubrimiento de vecinos

El protocolo ND (NeighborDiscovery) de IPv6 facilita la configuración automática de direcciones IPv6. Esta configuración automática consiste en la capacidad del host de IPv6 de configurar automáticamente sus propias interfaces con direcciones IPv6, lo que facilita la administración de direcciones y supone un ahorro de tiempo. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 3) [21].

Mediante el protocolo ND, el host busca un enrutador de IPv6 que se encuentre en el medio local y le solicita un prefijo de sitio. Como parte de este proceso de configuración automática, el host sigue los siguientes pasos:



1. Crea una dirección local de vínculo para cada interfaz, lo cual no requiere un enrutador en el vínculo.
2. Verifica la exclusividad de una dirección en un vínculo, lo cual no precisa un enrutador en el vínculo.
3. Determina si las direcciones globales deben obtenerse a partir del mecanismo con estado, sin estado o ambos (Precisa un enrutador en el vínculo). (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, párs 4 – 5) [21].

La configuración automática no necesita la configuración manual de hosts, una configuración mínima de enrutadores, y en caso de haber, ni servidores adicionales. El mecanismo sin estado permite que el host genere sus propias direcciones, para esto utiliza la información local y la no local anunciada por los enrutadores. Pueden implementarse direcciones temporales en una interfaz, configuradas también de manera automática. Se puede habilitar un token de direcciones temporales para una o varias interfaces en un host. No obstante, a diferencia de las direcciones IPv6 configuradas automáticamente, una dirección temporal consta del prefijo de sitio y un número de longitud de 64 bits aleatorio. Tal número es parte de la ID de interfaz de la dirección IPv6. Una dirección local de vínculo no se genera con la dirección temporal como ID de interfaz. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 6) [21].

Los enrutadores anuncian todos los prefijos que se han asignado al vínculo. Los hosts de IPv6 utilizan el protocolo ND para obtener un prefijo de subred o partir de un enrutador local. Los hosts crean direcciones Ipv6 de manera automática combinando el prefijo de subred con un ID de interfaz generada a partir de la dirección MAC de una interfaz. Si no hay enrutadores, un host tiene la posibilidad de generar únicamente direcciones locales de vínculo, las

cuales son solamente aptas para comunicaciones entre nodos del mismo vínculo. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 7) [21].

Por su parte, el protocolo ND es una combinación de los protocolos IPv4: AddressResolutionProtocol (ARP), Internet Control MessageProtocol (ICMP), RouterDiscovery (RDISC) e ICMP Redirect. Los enrutadores IPv6 utilizan el protocolo ND para anunciar el prefijo a los sitios de IPv6, y, tal como se explicó anteriormente, los hosts de IPv6 utilizan el descubrimiento de vecinos con varias finalidades, entre ellas, solicitar el prefijo de un enrutador IPv6. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 8) [21].

#### Simplificación del formato del encabezado

El formato de encabezado de IPv6 tiene ciertos campos del protocolo IPv4 de los cuales se puede prescindir o se los puede considerar como opcionales. Estos cambios logran que el encabezado de IPv6 consuma el mínimo ancho de banda posible, y, a pesar de que las direcciones IPv6 son cuatro veces mayores que las direcciones IPv4, el encabezado de IPv6 es el doble en tamaño del encabezado de IPv4. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 9)[21].

#### Más posibilidades en las opciones de encabezado de IP

Las modificaciones que se realizaron para codificar opciones de encabezado IP permiten un reenvío más eficaz. Además, estos cambios presentan unos límites de longitud menos estrictos, y aportan mayor flexibilidad para poder, si se requiere en un futuro, incorporar opciones nuevas. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 10) [21].

### Compatibilidad de aplicaciones con direcciones IPv6

Muchos de los principales servicios de red de Oracle Solaris reconocen y admiten direcciones IPv6; por ejemplo:

- Servicios de nombres como DNS, LDAP y NIS.
- Aplicaciones de autenticación y protección de la privacidad, por ejemplo IP Security Architecture (IPsec) e Internet Key Exchange (IKE).
- Servicios diferenciados, como los que proporciona IP Quality of Service (IPQoS).
- Detección de fallos y funcionamiento a prueba de fallos, como seproporciona mediante IP multirruta de redes (IPMP). (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár.s 11 - 12) [21].

### Otros recursos de IPv6: Petición de comentarios IPv6 y borradores de Internet

Hay disponibles numerosas RFC referidas a IPv6. En la Tabla 2.2 aparecen los principales artículos la IETF:

**Tabla 2.2: Borradores de internet y RFC relativos a IPv6**

RFC o borrador de Internet	Tema
RFC 2461, Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)	Describe las características y funciones del protocolo ND (descubrimiento de vecinos) de IPv6
RFC 3306, Unicast—Prefix—Based IPv6 Multicast Addresses	Describe el formato y los tipos de direcciones IPv6 multidifusión
RFC 3484: Default Address Selection for Internet Protocol version 6 (IPv6)	Describe los algoritmos que se usan en la selección de direcciones predeterminadas de IPv6
RFC 3513, Internet Protocol version 6 (IPv6) Addressing Architecture	Contiene información exhaustiva sobre los tipos de direcciones IPv6 con abundantes ejemplos
RFC 3587, IPv6 Global Unicast Address Format	Define el formato estándar de las direcciones IPv6 unidifusión

*Fuente: Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, párr. 3, <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-8/index.html>*

#### 2.4.5 Seguridad en protocolo

Tal como se estableció en la sección 2.3.1, el continuo crecimiento de la Internet requiere que toda su arquitectura evolucione para que éste pueda acomodarse a nuevas tecnologías que involucren el crecimiento en el número de usuarios, dispositivos, servicios y aplicaciones. Es por tal razón que se creó el IPv6, un nuevo protocolo para cubrir estos requerimientos.

La Seguridad en IPv6 ha sido uno de los servicios de valor agregado más interesantes que ha introducido este protocolo. De hecho, el despliegue de redes de comunicación con seguridad basadas en IPv6 presentan problemas que merecen ser tomados en cuenta en pruebas de laboratorio, como también en redes que ya se encuentren trabajando con este protocolo. Cuando se habla de Seguridad de red en sistemas de comunicación que usan IPv6, la tecnología más importante a ser considerada es IPsec. Este protocolo, diseñado y presentado por la IETF, fue aceptado por la comunidad internacional como un estándar para proveer seguridad en la capa de red en

sistemas con IPv6, e incluso, en sistemas que trabajen como ambos protocolos IPv6 e IPv4. (Aspectos legales del Nuevo Protocolo de Internet, Euro6IX, n.f., página 27) [20].

El que la seguridad se encuentre en la capa de red tiene las siguientes ventajas:

- Ayuda a bloquear algunos de los ataques tradicionales de bajo nivel, por ejemplo: la suplantación de direcciones IP o la detección de paquetes. Esto representa un paso importante hacia la provisión de seguridad en Redes IP ya que estos ataques ser suelen ser muy fáciles de implementar y al mismo tiempo efectivos cuando actúan sobre una red desprotegida.
- Provee un conjunto de mecanismos de seguridad básica disponible en todas las aplicaciones y servicios de alto nivel. Esta característica puede ayudar a resolver problemas actuales, como por ejemplo cuando diferentes servicios y aplicaciones definen e implementan seguridades que no son coexistentes, se necesita de la intervención y, a veces capacitación en términos de seguridad, de los usuarios finales. En este sentido, IPsec evita la duplicación de servicios de seguridad básicos, como controles de acceso y la provisión de confidencialidad de un canal de comunicación dado. De todos modos, ya que IPsec se basa en la capa de red, no es una solución completa cuando los servicios o aplicaciones a ser protegidas son más orientadas al usuario que orientadas a la red. Por ejemplo en el caso de servicio de e-mail o una aplicación de e-commerce. (NetScreenconceptos y ejemplos *Manual de referencia*, ScreenOS 5.1.0, 2010, página 3) [47].

De hecho, IPsecadhiere integridad en el checking, autenticación, encriptación y protección a las comunicaciones IP. Se usa para seguridad de principio a fin y también para la creación de túneles seguros entre gateways IP. Adicionalmente, fue diseñado para soportar la interoperabilidad y no afecta redes y hosts que no la soporten. IPsec es también independiente de los algoritmos criptográficos, siendo capaz de acomodar nuevos a medida que se encuentren disponibles. (NetScreen conceptos y ejemplos *Manual de referencia*, ScreenOS 5.1.0, 2010, página 3) [47].

Características de seguridad en IPsec se han introducido, principalmente, por medio de dos componentes específicos: El encabezado de autenticación (AuthenticationHeader, AH) y la carga de seguridad de cifrado (Encrypted Security Payload, ESP). El encabezado AH se usa para proporcionar integridad y autenticación de paquetes IP. Su presencia protege contra dos principales amenazas: la suplantación de paquetes y la modificación de campos específicos. Por otro lado, el encabezado ESP se usa para verificar integridad, autenticación y encriptación a los paquetes IP. En este caso, el Replay Protection es también posible. (NetScreen conceptos y ejemplos *Manual de referencia*, ScreenOS 5.1.0, 2010, página 4) [47].

Los encabezados AH y ESP pueden ser usados de distinta manera para proteger las comunicaciones IP, como es el caso de la Redes Virtuales Privadas (Virtual Private Networks, VPNs). Su principal motivación es que el Internet se haya vuelto muy popular, además de una infraestructura troncal de comunicaciones de bajo costo que lleva a las compañías a considerarla construcción de una extensión de su red privada a través de la Internet, para así, establecer un canal de comunicación seguro con sus proveedores y clientes. (NetScreen conceptos y ejemplos *Manual de referencia*, ScreenOS5.1.0, 2010, página 4) [47].

### IPsec e IPv6

Tal como se comentó anteriormente, IPsec tiene dos componentes (AH y ESP) los cuales trabajan tanto para IPv4 como para IPv6. IPsec está relacionado directamente con IPv6 por las siguientes razones:

- El diseño de IPsec fue parte del despliegue del nuevo protocolo IPv6. Las redes de comunicación basadas en IPv4 a comienzos de los años 90 fueron diseñadas e implementadas para trabajar en un ambiente amigable, en tiempos actuales ya no se puede considerar lo mismo ya que estas redes comenzaron a ser utilizadas en el dominio comercial. IPsec trabaja tanto para IPv4 como para IPv6 pero esta definida como un componente obligatorio en el diseño del IPv6.
- Las características de seguridad se han integrado en el set de servicios que oferta IPv6. Por ejemplo, calidad de servicio o la movilidad, aunque es principalmente teoría, ya que se ha demostrado que la integración entre servicios de redes distintas está aun lejos de ser una realidad, se requiere mucho más trabajo de investigación en el diseño y piezas de implementación.
- La flexibilidad del esquema de direcciones IPv6 proporciona el soporte para direcciones privadas, sin embargo va a reducir el uso de NAT (Network Address Translation), ya que las direcciones globales están ampliamente disponibles. En este sentido, IPv6 parece habilitar completamente la seguridad de extremo a extremo, característica no existente en las redes de computadoras que utilizan NAT y otras técnicas para la conversión de dirección o asignación temporal. Esta funcionalidad se considera importante para los servicios y aplicaciones emergentes que requieren de seguridad, como

dispositivos móviles, sistemas de telefonía integrados, coches conectados a Internet, dispositivos de hogar, entre otros.

- Las características de la seguridad en IPv6 se implementa utilizando encabezados de extensión con lo que pueden ser fácilmente apagados, cuando el desempeño de la red es de una gran importancia. Este es el caso de ciertos escenarios móviles con un ancho de banda bajo, dispositivos pequeños con cierta computación o las limitaciones de la batería (tales como redes de sensores).
- IPsec provee protección directa a otros protocolos relacionados con IPv6, como ICMPv6 (Internet Control Message Protocol for IPv6).

*Fuente: (NetScreen conceptos y ejemplos Manual de referencia, ScreeOS 5.1.0, 2010, páginas 5 – 6) [47].*

## **2.5 Asignación y distribución de direccionamiento IPv4 e IPv6**

### *Cómo obtener el número de IP de la red*

Una red IPv4 es la combinación de una dirección IPv4 y su respectiva máscara de red. Mientras que una red IPv6 se define mediante el prefijo de sitio y si cuenta con subredes mediante el prefijo de subred. (Guía de administración del sistema: servicios IP, Oracle Corporation, 2010, pág. 1) [50].

A no ser que la red vaya a ser siempre privada, los usuarios locales necesitarán comunicarse más allá de su red local. Para esto sería necesario tener un número de IP registrado para la red de la organización pertinente antes de que la red se pueda comunicar con el exterior. Esta dirección



pasará a ser el número de red para el esquema de direcciones IPv4 o el prefijo de sitio para el esquema de direcciones IPv6.(Guía de administración del sistema: servicios IP, Oracle Corporation, 2010, pár. 2)[50].

Los ISPs proporcionan direcciones IP para las redes cuyos precios se basan en los distintos niveles de servicio. Normalmente ofrecen a las empresas direcciones asignadas dinámicamente o direcciones IP estáticas. Algunos ISPs ofrecen direcciones IPv4 e IPv6.(Guía de administración del sistema: servicios IP, Oracle Corporation, 2010, pár. 3) [50].

Los ISP obtienen los bloques de direccionamiento IP para sus clientes a través de un requerimiento al RIR asignado para la configuración regional.Como se verá más adelante en la Sección 2.7.1.1 IANA es la principal responsable de la distribución de direcciones IP a los RIRs. (Guía de administración del sistema: servicios IP, Oracle Corporation, 2010, pár. 4) [50].

#### Diseño de un esquema de direcciones IPv4

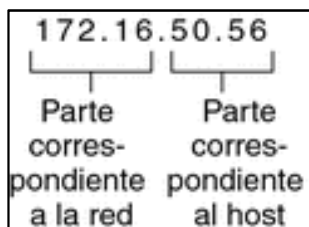
Cada red basada en IPv4 debe contar con:

- Un número de red asignado por un ISP previa asignación del RIR, para las redes más antiguas, registrado por la IANA. Si se van a utilizar direcciones privadas, las direcciones de red deben ser exclusivas de la organización.
- Direcciones IPv4 exclusivas para las interfaces de cada elemento que forme parte de la red.
- Una máscara de red asociada con las direcciones IP a utilizar.

(Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, pár. 1) [51].

La dirección IPv4 es un número de 32 bits que identifica de manera exclusiva una interfaz de red de un elemento de la red. Esta dirección se escribe en dígitos decimales y se divide en cuatro campos de 8 bits delimitados por puntos. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, pár. 2) [51].

La Figura 2.5 muestra los componentes de la dirección IPv4: 172.16.50.56.



*Fuente: Guía de administración del sistema: servicios IP, Oracle Corporation, 2010.*

**Figura 2.5: Formato de direcciones IPv4**

**172.16:** Parte de red de la dirección IPv4. En esta notación basada en clases, este número también define la clase B de red IP, que registra la IANA.

**50.56:** Parte del host de la dirección IPv4. La parte del host identifica de forma exclusiva una interfaz en un sistema de una red. Para cada interfaz de una red local, la parte de la red de la dirección es la misma, pero la parte del host debe ser diferente. Es requisito indispensable el definir una máscara de subred o máscara de red. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, pár. 3) [51].

### Esquema de direcciones IPv4

A pesar de que la IANA ya no proporciona números de red basados en clases, aun se siguen utilizando en muchas redes. Es posible que al momento de administrar el espacio de dirección de un sitio éste se encuentre basado en clases. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, párr. 4) [51].

La Tabla 2.3 muestra la división de la dirección IPv4 en espacios de red y host. Para cada clase, el rango especifica el intervalo de valores decimales del primer byte del número de red. La dirección de red indica el número de bytes de la dirección IPv4 que se dedican a la parte de red de la dirección con xxx. La dirección de host indica el número de bytes que se dedican a la parte del host de la dirección. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, párr. 5) [51].

**Tabla 2.3: División de clases IPv4**

Clase	Intervalo de bytes	Número de red	Dirección de host
<b>A</b>	0–127	xxx	xxx.xxx. xxx
<b>B</b>	128–191	xxx.xxx	xxx.xxx
<b>C</b>	192–223	xxx.xxx. xxx	xxx

Fuente: Sevicios 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)

Los números del primer byte de la dirección IPv4 definen si la red es clase A, B o C. Los siguientes tres bytes comprenden el intervalo 0 – 255. Se pueden asignar los números del 1 al 254 a cada bytes, dependiendo de la clase de red que haya asignado la IANA. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, párr. 6) [51].

La Tabla 2.4 muestra cuantos bytes de la dirección IPv4 han sido asignados

así como el intervalo de números de cada byte para asignar a los hosts

**Tabla 2.4: Intervalo de clases IPv4 disponibles**

Clase de red	Intervalo de bytes 1	Intervalo de bytes 2	Intervalo de bytes 3	Intervalo de bytes 4
<b>A</b>	0–127	1–254	1–254	1–254
<b>B</b>	128–191	Preasignado por la IANA	1–254	1–254
<b>C</b>	192–223	Preasignado por la IANA	Preasignado por la IANA	1–254

Fuente: 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)

#### Número de subred IPv4

Las redes locales con grandes cantidades de hosts se tienden a dividir en subredes. Si se divide la dirección de red IPv4 en subredes se deben asignar a cada una de éstas una máscara de red. Se puede alcanzar la máxima eficacia del espacio de esta dirección utilizando algunos de los bits de la parte de host como identificador de red. En este caso, la parte especificada de la dirección pasa a ser el número de subred. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, pág. 7) [51].

#### Diseño de un esquema de direcciones IPv4 en formato CIDR

Como se mencionó anteriormente las clases de red que originalmente constituían IPv4 ya no se utilizan en Internet. Ahora la IANA distribuye direcciones en formato CIDR sin clase a los RIRs. Por lo tanto, cualquier dirección IPv4 distribuya un ISP tendrá el formato CIDR. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, pág. 8) [51].

El prefijo de red de la dirección CIDR indica cuantas direcciones para hosts hay disponibles. En la Tabla 2.5 se muestran los distintos prefijos de la

direcciones IPv4 CIDR, la cantidad de direcciones IP disponibles y sus equivalentes en formato decimal. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, p r. 9) [51].

**Tabla 2.5: Prefijos CIDR y su equivalente decimal**

<b>Prefijo de red CIDR</b>	<b>Direcciones IP disponibles</b>	<b>Equivalente de subred decimal con punto</b>
<b>/19</b>	8,192	255.255.224.0
<b>/20</b>	4,096	255.255.240.0
<b>/21</b>	2,048	255.255.248.0
<b>/22</b>	1024	255.255.252.0
<b>/23</b>	512	255.255.254.0
<b>/24</b>	256	255.255.255.0
<b>/25</b>	128	255.255.255.128
<b>/26</b>	64	255.255.255.192
<b>/27</b>	32	255.255.255.224

Fuente: 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)

### Uso de direcciones IPv4 privadas

La IANA ha reservado tres bloques de direcciones IPv4 para que sean utilizadas en sus redes privadas. Estas direcciones aparecen definidas en *RFC 1918, Address Allocation for Private Internets*. Se pueden utilizar direcciones privadas, conocidas también como direcciones 1918, para los sistemas de las redes locales de una intranet corporativa. Cabe recalcar que las direcciones privadas no son válidas en Internet por lo tanto no habrá comunicación fuera de la red local. (Como diseño un esquema de direcciones IPv4, Oracle Corporation, 2010, p r. 10) [51].

La tabla 2.6 muestra los intervalos de direcciones IPv4 privadas y sus correspondientes máscaras de red.

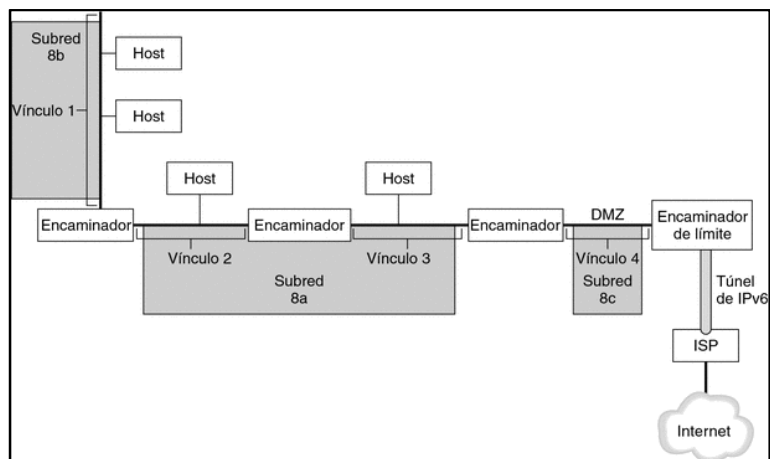
**Tabla 2.6: Intervalos de direcciones IPv4 privadas y sus correspondientes máscaras de red**

Intervalo de direcciones IPv4	Máscara de red
10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0
172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0
192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0

Fuente: 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)

#### Descripción general de las redes IPv6

En la Figura 2.6 se ilustra una red IPv6 y sus conexiones con un ISP. La red interna consta de los vínculos 1, 2, 3 y 4. Los hosts rellenan los vínculos y un enrutador los termina. El vínculo 4, considerado el perímetro de la red, queda terminado en un extremo por el enrutador de límite. El enrutador de límite ejecuta un túnel IPv6 a un ISP, que ofrece conexión a Internet para la red. Los vínculos 2 y 3 se administran como subred 8a. La subred 8b tan sólo consta de sistemas en el vínculo 1. La subred 8c es contigua al perímetro del vínculo 4. (Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 8) [21].



Fuente: *Como diseñar un esquema de direcciones IPv6*, Oracle Corporation, 2013,  
<http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>

**Figura 2.6: Componentes básicos de una red IPv6**

### *Nodo*

Sistema con una dirección IPv6 y una interfaz configurada para admitir IPv6. Término genérico que se aplica a hosts y enrutadores.

### *Enrutador de IPv6*

Nodo que reenvía paquetes de IPv6. Para admitir IPv6, debe configurarse como mínimo una de las interfaces del enrutador. Un enrutador de IPv6 también puede anunciar el prefijo de sitio IPv6 registrado para la empresa en la red interna.

### *Host de IPv6*

Nodo con una dirección IPv6. Un host IPv6 puede tener configurada más de una interfaz para que sea compatible con IPv6. Al igual que en IPv4, los hosts de IPv6 no reenvían paquetes.

### *Vínculo*

Un solo soporte contiguo de red conectado por un enrutador en cualquiera de sus extremos.

### *Vecino*

Nodo de IPv6 que se encuentra en el mismo vínculo que el nodo local.

### *Subred IPv6*

Segmento administrativo de una red IPv6. Los componentes de una subred IPv6 se pueden corresponder directamente con todos los nodos de un vínculo, igual que en IPv4. Si es preciso, los nodos de un vínculo se pueden administrar en subredes independientes. Además, IPv6 no permite subredes multivínculo, en las cuales los nodos de vínculos distintos pueden ser componentes de una sola subred.

### *Túnel de IPv6*

Túnel que proporciona una ruta de extremo a extremo virtual entre un nodo de IPv6 y otro punto final de nodo de IPv6. IPv6 permite la configuración manual de túneles y automática de túneles *6to4*.

### *Enrutador de límite*

Enrutador en el límite de una red que proporciona un extremo del túnel de IPv6 a un punto final fuera de la red local. Este enrutador debe tener como mínimo una interfaz de IPv6 a la red interna. En cuanto a la red externa, el enrutador puede tener una interfaz de IPv6 o IPv4.

### Descripción general de las direcciones IPv6

Las direcciones IPv6 se asignan a interfaces en lugar de nodos, teniendo en cuenta que en un nodo puede haber más de una interfaz. Asimismo, se puede asignar más de una dirección IPv6 a una interfaz.

IPv6 abarca tres clases de direcciones:

### *Unidifusión*

Identifica una interfaz de un solo nodo.



### *Multidifusión*

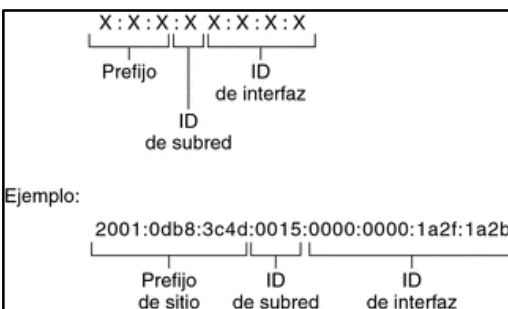
Identifica un grupo de interfaces, en general en nodos distintos. Los paquetes que se envían a una dirección multidifusión se dirigen a todos los miembros del grupo de multidifusión.

### *Difusión Por Proximidad*

Identifica un grupo de interfaces, en general en nodos distintos. Los paquetes que se envían a una dirección de difusión por proximidad se dirigen al nodo de miembros del grupo de difusión por proximidad que se encuentre más cerca del remitente.

### Partes de una dirección 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. En la Figura 2.7, las equis representan números hexadecimales.



Fuente: *Como diseñar un esquema de direcciones IPv6*, Oracle Corporation, 2013,  
<http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>

**Figura 2.7: Formato básico de las direcciones IPv6**

Los tres campos que están más a la izquierda (48 bits) contienen el prefijo de sitio. El prefijo describe la topología pública que el ISP o el RIR suelen

asignar al sitio.

El campo siguiente lo ocupa el ID de subred de 16 bits que el administrador asigne al sitio. El ID de subred 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, también denominado token. El ID de interfaz se configura automáticamente desde la dirección MAC de interfaz o manualmente en formato EUI-64.

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.

#### Abreviación de direcciones IPv6

La mayoría de las direcciones IPv6 no llegan a alcanzar su tamaño máximo de 128 bits. La arquitectura de direcciones IPv6 permite utilizar la notación de dos puntos consecutivos (: :) para representar campos contiguos de 16 bits de ceros.

Por ejemplo, la dirección IPv6: *2001:0db8:3c4d:0015:0000:0000:1a2f:1a2b* se puede abreviar reemplazando los dos campos contiguos de ceros del ID de interfaz por dos puntos. La dirección resultante es *2001:0db8:3c4d:0015::1a2f:1a2b*. Otros campos de ceros pueden representarse como un único 0. Asimismo, puede omitir los ceros que aparezcan al inicio de un campo, como por ejemplo cambiar *0db8* por *db8*.

Así pues, la dirección se puede abreviar en: *2001:db8:3c4d:15::1a2f:1a2b*.

La notación de los dos puntos consecutivos se puede emplear para reemplazar cualquier campo contiguo de ceros de la dirección IPv6. Por ejemplo, la dirección IPv6: 2001:0db8:3c4d:0015:0000:d234::3eee:0000 se puede contraer en 2001:db8:3c4d:15:0:d234:3eee::.

### Prefijos de IPv6

Los campos que están más a la izquierda de una dirección IPv6 contienen el prefijo, que se emplea para enrutar paquetes de IPv6. Los prefijos de IPv6 tienen el formato siguiente:

#### *Prefijo/tamaño en bits*

El tamaño del prefijo se expresa en notación CIDR. La notación CIDR consiste en una barra inclinada al final de la dirección, seguida por el tamaño del prefijo en bits.

El prefijo de sitio de una dirección IPv6 ocupa como máximo los 48 bits de la parte más a la izquierda de la dirección IPv6. Por ejemplo, el prefijo de sitio de la dirección IPv6 2001:db8:3c4d:0015:0000:0000:1a2f:1a2b/48 se ubica en los 48 bits que hay más a la izquierda, 2001:db8:3c4d.

También se puede especificar un prefijo de subred, que define la topología interna de la red respecto a un enrutador. La dirección IPv6 del ejemplo tiene el siguiente prefijo de subred:2001:db8:3c4d:15::/64

El prefijo de subred siempre contiene 64 bits. Estos bits incluyen 48 del prefijo de sitio, además de 16 bits para el ID de subred.

### Direcciones unidifusión

IPv6 incluye dos clases de asignaciones de direcciones unidifusión: Dirección unidifusión global y Dirección local de vínculo.

El tipo de dirección unidifusión viene determinado por los bits contiguos que

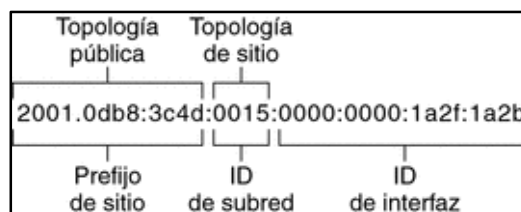
están más a la izquierda (orden superior) de la dirección, los cuales contienen el prefijo.

El formato de direcciones unidifusión se organiza conforme a la jerarquía siguiente:

- Topología pública
- Topología de sitio (privada)
- ID de interfaz

#### Dirección unidifusión global

La dirección unidifusión global es globalmente exclusiva de Internet. En la Figura 2.8 se muestra el ámbito de la dirección unidifusión global, en comparación con las partes que componen la dirección IPv6.



Fuente: Como diseñar un esquema de direcciones IPv6, Oracle Corporation, 2013,  
<http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>

**Figura 2.8: Partes de la dirección unidifusión global**

#### Topología pública

El prefijo de sitio define la topología pública de la red respecto a un enrutador. El ISP o el RIR proporcionan el prefijo de sitio a las empresas.

#### Topología de sitio y subredes IPv6

En IPv6, el ID de subred define una subred administrativa de la red y tiene un tamaño máximo de 16 bits. Un ID de subred se asigna como parte de la

configuración de redes IPv6. El prefijo de subred define la topología de sitio respecto a un enrutador especificando el vínculo al que se ha asignado la subred.

Desde un punto de vista conceptual, las subredes IPv6 y las IPv4 son iguales en el sentido de que cada subred suele asociarse con un sólo vínculo de hardware (dispositivo). Sin embargo, los ID de subredes IPv6 se expresan en notación hexadecimal, en lugar de decimal con puntos.

#### ID de interfaz

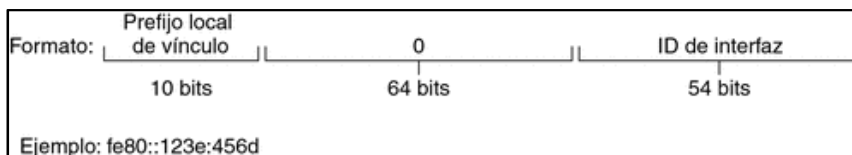
El ID de interfaz identifica una interfaz de un determinado nodo. Un ID de interfaz debe ser exclusivo en la subred. Los hosts de IPv6 pueden aplicar el protocolo NeighborDiscover (ND) para generar automáticamente sus propios ID de interfaz. El protocolo ND genera de forma automática el ID de interfaz, a partir de la dirección MAC o la dirección EUI-64 de la interfaz del host. Los ID de interfaz también se pueden asignar manualmente, lo cual es preferible en el caso de enrutadores de IPv6 y servidores habilitados para IPv6.

#### Direcciones unidifusión globales de transición

Por motivos de transición, el protocolo IPv6 incluye la posibilidad de incrustar una dirección IPv4 en una dirección IPv6. Esta clase de dirección IPv4 facilita la colocación en túneles de paquetes IPv6 en redes IPv4 ya configuradas. La dirección 6to4 es un ejemplo de dirección unidifusión global de transición.

#### Dirección unidifusión local de vínculo

La dirección unidifusión local de vínculo sólo se puede utilizar en el vínculo de red local. Las direcciones locales de vínculo no son válidas ni se reconocen fuera del ámbito corporativo u organizativo. En la Figura 2.9 se muestra un ejemplo del formato que tienen las direcciones locales de vínculo.



Fuente: *Como diseñar un esquema de direcciones IPv6*, Oracle Corporation, 2013,  
<http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipv6-overview-7/index.html>

**Figura 2.9: Partes de la dirección unidifusión local de vínculo**

Un prefijo local de vínculo presenta el formato siguiente:

*fe80::ID\_interfaz/10*

A continuación se muestra una dirección local de vínculo:fe80::23a1:b152.

*fe80*

Representación hexadecimal del prefijo binario de 10 bits 111111010. Este prefijo identifica el tipo de dirección IPv6 como dirección local de vínculo.

ID interfaz

Dirección hexadecimal de la interfaz, que en general se deriva de la dirección MAC de 48 bits.

Al habilitar IPv6 durante la instalación de Oracle Solaris, la interfaz con el número más bajo del equipo local se configura con una dirección local de vínculo. Cada interfaz necesita por lo menos una dirección local de vínculo para identificar el nodo en los demás nodos del vínculo local. Así pues, las direcciones locales de vínculo deben configurarse manualmente para las interfaces adicionales de un nodo. Tras la configuración, el nodo utiliza sus direcciones locales de vínculo para la configuración automática de direcciones y el descubrimiento de vecinos.

Direcciones multidifusión

IPv6 permite el uso de direcciones multidifusión. La dirección multidifusión

identifica un grupo de multidifusión, que es un grupo de interfaces, en general en nodos distintos. Una interfaz puede pertenecer a cualquier cantidad de grupos de multidifusión. Si los primeros 16 bits de una dirección IPv6 son ff00n, la dirección es del tipo multidifusión.

Las direcciones multidifusión se usan para el envío de información o servicios a todas las interfaces que se definen como miembros del grupo de multidifusión. Por ejemplo, uno de los usos de las direcciones multidifusión es comunicarse con todos los nodos de IPv6 del vínculo local.

Al crearse la dirección unidifusión IPv6 de una interfaz, el núcleo convierte automáticamente la interfaz en miembro de determinados grupos de multidifusión. Por ejemplo, el núcleo convierte cada nodo en un miembro del grupo de multidifusión del nodo solicitado, que utiliza el protocolo ND para detectar la accesibilidad. El núcleo convierte automáticamente también un nodo en miembro de los grupos de multidifusión de todos los nodos o todos los enrutadores.

#### Grupos y direcciones de difusión por proximidad

Las direcciones de difusión por proximidad IPv6 identifican un grupo de interfaces en distintos nodos de IPv6. Cada grupo de interfaces se denomina grupo de difusión por proximidad. Cuando se envía un paquete al grupo de difusión por proximidad, recibe el paquete el miembro del grupo que esté más próximo al remitente.

#### Configuración automática de direcciones IPv6

Una de las características principales de IPv6 es la capacidad que tiene un host de configurar automáticamente una interfaz. Mediante el protocolo ND, el host busca un enrutador de IPv6 en el vínculo local y solicita un prefijo de sitio. Como parte del proceso de configuración automática, el host lleva a cabo los pasos siguientes:

- Crea una dirección local de vínculo para cada interfaz, lo cual no precisa un enrutador en el vínculo.
- Verifica la exclusividad de una dirección en un vínculo, lo cual no precisa un enrutador en el vínculo.
- Determina si las direcciones globales deben obtenerse a partir del mecanismo con estado, sin estado o ambos. (Precisa un enrutador en el vínculo.)

*Fuente: Capítulo 3: Introducción a IPv6 (descripción general), Oracle Corporation, 2010, pár. 8) [21].*

### **2.5.1 Entidades**

#### ICANN: Corporación para la Asignación de Nombres y Números de Internet

La 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. 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. (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN, 2013, pár. 1) [22].

ICANN también es responsable de acreditar a los registradores de nombres de dominio. Se entiende por *acreditar* el identificar y establecer estándares mínimos para la ejecución de las funciones de registro, reconocer a personas físicas o jurídicas que cumplan con esos estándares y celebrar un acuerdo de acreditación que estipule las normas y los procedimientos aplicables para la prestación de servicios de registro. (Internet Corporation for Assigned Names



and Numbers, ICANN, 2013, pár. 2) [22].

El rol de ICANN es muy limitado y no asume responsabilidad por muchos de los asuntos relacionados con Internet, como transacciones financieras, control del contenido de Internet, correo basura (correo electrónico comercial no deseado), apuestas en Internet o protección y privacidad de datos.(Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN, 2013, pár. 3)[22].

#### **2.5.1.1 Organismo mundial Internet Assigned Numbers Authority (IANA)**

La Internet AssignedNumbersAuthority (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.

Específicamente, IANA asigna y mantiene códigos únicos y sistemas de numeración que se utilizan en las normas técnicas ("protocolos") que impulsan Internet. ("Introducing IANA", IANA org, n.f, pár. 1) [23].

Las diversas actividades de IANA se pueden agrupar en tres categorías:

- Nombres de dominio.
- Recursos de numeración
- Asignación de protocolos. ("Introducing IANA", IANA org, n.f, pár. 3).

La IANA es una de las instituciones más antiguas de Internet, con sus actividades se remonta a la década de 1970. Hoy en día es un conjunto de servicios prestados por la ICANN. ("IntroducingIANA", IANA org, n.f, pár. 4) [23].

### *Política de IANA*

IANA pretende no fijar políticas a lo que opera, en lugar de eso se interesa por la ejecución de las políticas y principios acordados de manera neutral y responsable. La ICANN tiene una estructura de apoyo a las organizaciones que contribuyen a la forma cómo funciona y a su vez cómo se desarrolla la IANA. El desarrollo de protocolos de Internet, que a menudo dicta cómo debería ser la asignación de protocolos, son tratados por la IETF y la Junta de Arquitectura de Internet. (“Introducing IANA”, IANA org, n.f, pár. 1) [23].

Para mejorar sus operaciones, la IANA participa activamente en trabajos de retroalimentación. Así como en los foros de la ICANN, IANA participa en las reuniones y discusiones con los operadores de dominio de nivel superior(TLD), los RIRs y otras comunidades relevantes. La Autoridad ofrece un servicio de asistencia tripulado en las reuniones del IETF para permitir la interacción uno-a-uno con su comunidad más grande de usuarios, los desarrolladores de protocolo. (“Introducing IANA”, IANA org, n.f, pár. 2)[23].

### *Servicios de nombres de dominio*

La IANA es responsable de la operación y mantenimiento de una serie de aspectos clave de los DNS, incluyendo la zona raíz y dominios .int y .arpa. (“DomainNameServices”, IANA org, n.f, pár. 1) [24].

### *La zona raíz DNS*

La IANA es el coordinador mundial de la raíz DNS. La raíz es la parte más alta de la jerarquía DNS, y consiste en delegar la responsabilidad administrativa de los "dominios de nivel superior", los cuales son el último segmento de un nombre de dominio, como .com, .uk y .nz. Parte de esta tarea incluye la evaluación de las solicitudes para cambiar los operadores de dominios de código de país, así como el mantenimiento del día a día de los

detalles de los operadores existentes. ("DomainNameServices", IANA org, n.f, pár. 2)[24].

### *INT*

La IANA opera el dominio de nivel superior .int, diseñado para el uso exclusivo de las organizaciones transnacionales que no están de forma natural en ningún dominio de nivel superior de un país específico. Por ejemplo, who.int de la Organización Mundial de la Salud. ("DomainNameServices", IANA org, n.f, pár. 3) [24].

### *ARPA*

El dominio .arpa es utilizado internamente por los protocolos de Internet, para la asignación inversa de direcciones IP, y la entrega de mapeo de números telefónicos (ENUM). La IANA administra este dominio en estrecha colaboración con la Junta de Arquitectura de Internet (IAB), que tiene la responsabilidad política de .arpa. ("DomainNameServices", IANA org, n.f, pár. 4) [24].

### *Repositorio de prácticas IDN*

Para ayudar a fomentar el despliegue de nombres de dominio internacionalizados (IDN), la IANA proporciona un repositorio de las "tablas IDN" que documentan los caracteres permisibles para diferentes lenguajes y scripts (para la lista de los diferentes registros de dominios de nivel superior). El repositorio es de carácter informativo y es diseñado para el intercambio de información. ("DomainNameServices", IANA org, n.f, pár. 5) [24].

### *Clave de Raíz*

Es administrado por la ICANN para proporcionar la verificación de la zona raíz de las Extensiones de seguridad del DNS (DNSSEC). (“DomainNameServices”, IANA org, n.f, pár. 6) [24].

### *Dominios de Propósito Especial*

Un número de dominios especiales son reservados o administrados con fines de demostración, o para su uso futuro. (“DomainNameServices”, IANA org, n.f, pár. 7) [24].

### *Los recursos de numeración*

IANA es responsable de la coordinación global de los sistemas de direccionamiento del Protocolo de Internet, así como los Números de Sistemas Autónomos utilizados para enrutar el tráfico de Internet. (“NumberResources”, IANAorg, n.f, pár. 1) [25].

### *Registros del protocolo*

La IANA es responsable de mantener muchos de los códigos y los números contenidos en una variedad de protocolos de Internet. Ofrece este servicio en coordinación con el IETF. (“ProtocolRegistries”, IANA org, n.f, pár. 2) [26].

Actualmente hay dos tipos de direcciones de Protocolo de Internet en uso activo: IPv4 e IPv6. IPv4 se desplegó inicialmente el 1 de enero de 1983 y sigue siendo la versión más utilizada. El despliegue del protocolo IPv6 comenzó en 1999. (“ProtocolRegistries”, IANA org, n.f, pár. 2) [26].

Direcciones tanto IPv4 como IPv6 son asignadas generalmente de una manera jerárquica. Los proveedores de servicios de Internet (ISP) son los que les asigna a los usuarios las direcciones IP. Los ISPs obtienen la asignación de direcciones IP de un Registrador de Internet Local (LIR), de

Registrador Nacional de Internet(RNI) o bien Registros Internacionales de Internet (RIR). (“NumberResources”, IANA org, n.f, pár. 3) [25].

El papel de la IANA es asignar las direcciones IP de los conjuntos de direcciones no asignadas a los RIR de acuerdo a sus necesidades descritas por política mundial y documentar las funciones de protocolo realizados por la IETF. Cuando un RIR requiere más direcciones IP para la distribución o asignación dentro de su región, la IANA le hace una asignación adicional. La IANA no hace asignaciones directamente a ISPs o usuarios finales, excepto en circunstancias específicas, como la asignación de direcciones de multidifusión u otras necesidades específicas del protocolo. (“NumberResources”, IANA org, n.f, pár. 4) [25].

A continuación se tratará acerca de los Registros regionales de Internet a nivel mundial:

### **2.5.1.2 Organismos regionales RIRs: Regional Internet Registers**

Un RIR es un órgano de Gobierno que es responsable de la administración de direcciones de Internet en una región geográfica específica. Por lo general, un RIR tiene el mandato de controlar la asignación y distribución de las direcciones IP y los registros de dominio. Los RIRs deben mantener una política neutral de asignación de direcciones y de distribución para evitar confusiones y otras prácticas potencialmente limitantes. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár 3) [27].

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. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 4) [27].

Existen 5 RIRs que administran los bloques de direccionamiento IP a nivel mundial (Véase la Figura 2.10). Estos RIRs se combinaron para formar la NumberResourceOrganization (NRO). El NRO coordina las iniciativas técnicas, políticas y actividades mundiales entre los distintos RIRs. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, párr 5) [27].



Fuente: IANA (2005). IANA: RIRs in the world, <http://www.iana.org>

Figura 1 1: Distribución de RIRs en el mundo

### Figura 2.10: Distribución de RIRs a nivel mundial

Los 5 RIR 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 Address Registry (LACNIC) para América Latina y el Caribe.

- African Network Information Centre (AfriNIC) para África. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 2) [27].

### *ARIN*

Es un RIR responsable de la administración de direcciones y dominios de Internet para América del Norte, incluyendo Canadá, Estados Unidos, y partes del Caribe. Fundada en 1997, ARIN fue el resultado de la decisión del Gobierno estadounidense de separar el apoyo a la Internet comercial de los Estados Unidos Departamento de Defensa (DoD). El original de la transferencia de responsabilidades se produjo en 1991, cuando el Gobierno adjudicó a un contratista privado, Network Solutions, un contrato para realizar direccionamiento de Internet y los servicios de registro, incluyendo registro de dominios, direcciones, registro de usuarios y de apoyo, y el apoyo a la distribución y archivo de documentos RFC. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 6) [27]

### *RIPE NCC*

Es un RIR responsable de la administración de direcciones y dominios de Internet para Europa, Oriente Medio y Asia Central. Con sede central en Amsterdam, Holanda, RIPE NCC se creó en 1992 con la financiación de plena competencia del consorcio europeo de redes de investigación y un grupo de empresas más pequeñas y de redes comerciales. Esta organización se basa en la responsabilidad de coordinar y gobernar las actividades de la comunidad RIPE. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 7) [27].

### *APNIC*

Es un RIR responsable de la administración de direcciones de Internet y los dominios de Asia y la Cuenca del Pacífico. Fundada en Tokio, Japón, APNIC fue el segundo RIR que se establezcan. En 1993, se convirtió en activo APNIC y fue originalmente diseñado como un ensayo para satisfacer las necesidades de direccionamiento de las infraestructuras de redes regionales en ese momento. APNIC se mudó a Brisbane, Australia, en 1998. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pág. 8) [27].

### *LACNIC*

Es un RIR responsable de la administración de direcciones y dominios de Internet para América Latina y el Caribe. Con sede en Montevideo, Uruguay, LACNIC es una organización sin fines de lucro responsables de la dirección regional de Internet y registros de dominio y participa activamente en la promoción de iniciativas de expansión de Internet en la región. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pág. 9) [27].

### *AfriNIC*

El Centro de Información de Red de Africa (AfriNIC) es responsable de la administración de direcciones de Internet y dominios para el continente africano. Basado en Ebene City, Isla Mauritius, AfriNIC entró en funcionamiento en 2005. Antes del establecimiento de la distribución de AfriNIC, la dirección IP para África fue gestionado conjuntamente por APNIC, ARIN, y RIPE NCC. Al igual que los otros RIR, AfriNIC es una organización sin fines de lucro organización que se basa en un sistema de autogobierno de su membresía. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pág. 10) [27].



Los RIR no cobran por los recursos de asignación de direccionamiento IP. Sin embargo, aceptan miembros que pagan cuotas anuales proporcionales a la carga de trabajo en el servicio de sus solicitudes y, como ejemplo, en el caso de ARIN, la cuota anual es de \$ 500US y los cargos por servicio de asignación de direcciones IP actualmente oscilan entre \$ 1.250 - 18.000 dólares EE.UU. con la cantidad que depende de cuantas direcciones están asignadas y de la carga de trabajo. En general, las organizaciones de gran tamaño, como universidades, bancos e ISPs son miembros de un RIR local, al igual que cualquier otra persona que requiere bloques de IP, tales como los proveedores de alojamiento y operadores de centros de datos. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 11) [27].

Para obtener una asignación, los miembros –proveedores- generalmente rellenan un formulario detallando sus necesidades, el hardware de routing y switching que tienen que atender a la asignación y qué justificación tienen para su solicitud, es decir un ISP tendrá una clara justificación para solicitar un bloque de 4.000 direcciones IP a diferencia de las dificultades que tendrá un individuo para justificar la necesidad de este espacio. (“Instituciones y organizaciones que intervienen en el registro de internet (RIR)”, GroupE, Octubre 2012, pár. 12) [27].

### **2.5.2 Políticas para la distribución y Asignación de Direcciones IPv6**

Esta sección describe políticas para la distribución y asignación del espacio globalmente único de direcciones IPv6.

A diferencia de IPv4, IPv6 es generalmente asignado a usuarios finales en cantidades fijas (/48). La utilización de las direcciones dentro de cada bloque será bastante baja en comparación con las asignaciones de IPv4. En IPv6, la palabra utilización se refiere a la asignación de /48s a los usuarios finales, y

no al número de direcciones que se han utilizado dentro de los /48s individuales en esos usuarios finales.(Manual de políticas Lacnic, LACNIC, Marzo 2013, pár. 12) [28].

### High Density Ratio (HD Ratio)

Es un modo de medir la eficiencia en la asignación de direcciones [RFC 3194]. Una adaptación del HD Ratio definido en la RFC 1715 se expresa como en la Figura 2.11:

$$HD = \frac{\text{Log (numero de objetos asignados)}}{\text{Log (número máximo de objetos asignables)}}$$

**Figura 2.11: HD Ratio**

*Fuente: Manual de políticas de Lacnic (v1.10-13/08/2012), LACNIC, <http://lacnic.net/sp/politicas/manual5.html>*

Donde, los objetos son direcciones IPv6 de usuarios (/48s) asignadas desde un prefijo IPv6 de un tamaño dado.

### Administración de espacio de direcciones IPv6

El espacio de direcciones IPv6 es un recurso público que debe ser administrado de manera prudente considerando los intereses de internet a largo plazo. Los siguientes son los objetivos relevantes para la política de direcciones de IPv6.

#### Unicidad

Cada asignación y/o distribución del espacio de direcciones debe garantizar la unicidad en todo el mundo. Este es un requerimiento indispensable para asegurar que cada host público en Internet pueda ser identificado unívocamente.

### Registro

El espacio de direcciones de internet debe ser registrado en una base de datos accesible por miembros autorizados dentro la comunidad de internet. Necesario para asegurar la unicidad de cada dirección de Internet y para proveer información de referencia sobre los problemas de Internet en todos los niveles, desde los RIRs hasta los usuarios finales.

### Agrupación

Cuando sea posible, el espacio de direcciones debería ser distribuido de manera jerárquica, de acuerdo a la topología de la infraestructura de la red. Necesario para permitir la agregación de información de ruteo por parte de los ISPs, y para limitar la expansión de las tablas de ruteo en Internet.

Esta meta es particularmente importante en el direccionamiento de IPv6, donde el tamaño del espacio de direcciones total tiene implicaciones significativas tanto para el ruteo interno como externo.

Se debe buscar evitar la fragmentación de los rangos de direcciones.

Más aún, los RIRs deben aplicar prácticas para maximizar el potencial de que las distribuciones subsecuentes sean contiguas con las distribuciones poseídas actualmente. No obstante, esto no se puede garantizar plenamente.

### Conservación

A pesar de que IPv6 provee un espacio de direcciones extremadamente grande, se debe evitar el desperdicio innecesario. Los pedidos de espacios deben estar avalados por documentación apropiada y debe evitarse la acumulación de direcciones no utilizadas.

### Equidad

Todas las políticas y prácticas deben aplicarse justa y equitativamente a todos los miembros potenciales y existentes de la comunidad de Internet, independientemente de la ubicación, nacionalidad, tamaño o cualquier otro factor.

### Conflictos entre objetivos

Los objetivos a menudo entrarán en conflicto unos con otros, o con las necesidades individuales de los IRs o usuarios finales. Todos los IRs, al evaluar los pedidos de distribución y asignación deben juzgar balanceando las necesidades de los solicitantes con las necesidades de la comunidad de Internet como un todo.

### **2.5.3 Estadísticas de asignación IPv6 en el mundo**

Como estadísticas de asignación de direccionamiento IPv6 se tienen los Default Free Prefixes o Prefijos Libres por Default (DFPs) que han sido distribuidos a ISPs por los distintos RIRs a nivel mundial.

### Distribución de longitudes de prefijos

Los RIRs trabajan con las siguientes longitudes de prefijos:

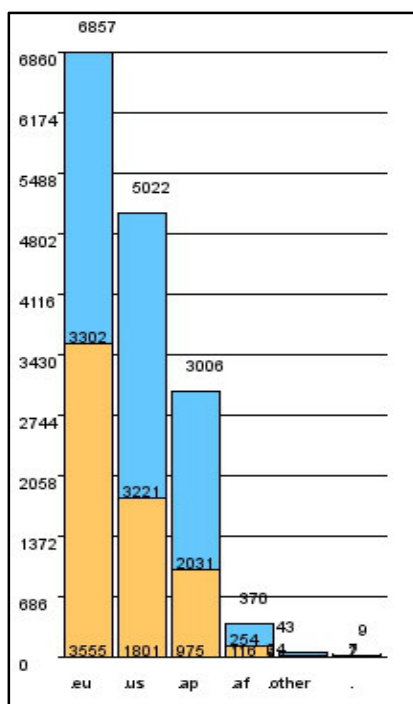
**Tabla 2.7: Distribución de longitudes de prefijos**

<b>Longitudes de prefijos</b>	<b>Asignadas</b>	<b>Devueltas</b>	<b>Reclamadas</b>
/13		1	
/19	2		
/20	9		
/21	7		
/22	10		
/23	5		
/24	1	13	45
/25	4		
/26	11		
/27	6		
/28	49	14	42
/29	747	2	
/30	69	4	
/31	62	5	
/32	10534	577	22
/33			
/34		1	
/35	58	4	
/36	44		
/37	1		
/38	1		
/39	2		
/40	110		
/41	11	1	
/42	17	1	
/43	13	1	
/44	242	7	
/45	30	2	
/46	35	1	
/47	61	5	
/48	3193	154	
/64	3	2	

*Fuente: IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 5. [48].*

Dando un total de 15367 prefijos DFP con 904 prefijos devueltos/reclamados.

La Figura 2.12 muestra los DFP de IPv6 asignados por cada continente. Los que se encuentran en color naranja son los que han sido asignados mientras que los pintados en celeste no han sido vistos aún. 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.



Fuente: IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6,  
<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/all/>

**Figura 2.12: IPv6 DFP por continente**

Se presentará estadísticas de asignación actual de los RIRs a nivel mundial:

*RIPE*

En la Tabla 2.8 se pueden ver tanto los prefijos de IPv6 visibles como los

asignados en las zonas de interés de este RIR.

La base de datos contiene 7551 IPv6 de DFP. De los cuales 370 (4,90%) se devolvieron al pool y 3.560 (47,15%) de DFP en IPv6 no tienen una entrada de direccionamiento.

También se anuncian las redes (132) mientras son recuperados (0) o devueltos (132). Así, 3.621 (47,95%) de las redes están correctamente anunciadas.

1 (0.01%), sólo anunció un /35, mientras que se han asignado a /32.

4 (0,05%) anuncian tanto su /32 y su /35. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 7*) [48].

**Tabla 2.8: Prefijos DFP de IPv6 de RIPE**

Everything ok.  
 Prefix wasn't seen for the last 24 hours.  
 /32 is allocated but only a /35 is announced.  
 /32 is allocated and both the /32 and the /35 are announced.  
 Prefix was returned or reclaimed but is seen.  
 Prefix was returned and isn't seen.  
 Prefix was reclaimed and isn't seen.  
 Less than 100% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 80% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 50% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 30% of the GRH participants saw this route.

LG	Prefix	Id	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:600::/32	EU-UUNET-19990810	UUNET		702	A	1999-08-26	2002-12-10 19:59:37	97%	2013-06-14 04:48:57 2004-03-17 14:50:39
LG	2001:608::/32	DE-SPACE-19990812	SpaceNET AG		5539	A	1999-08-12		98%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:610::/32	NL-SURFNET-19990819	SURFnet		1103	A	1999-08-19		100%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:618::/32	CH-SYGROUP-20081219	SyGroup GmbH		15716	A	2008-12-19	2009-03-14 11:17:28	98%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:620::/32	CH-SWITCH-19990903	SWITCH, The Swiss Educati...		559	A	1999-09-03		100%	2013-06-14 04:48:57 2003-12-13 16:40:47
LG	2001:628::/29	AT/ACONET-19990920	ACONET		1853	A	1999-09-20	2012-09-26 07:04:05	98%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:628::/30	AT-ACONET-19990920	ACONet / Vienna Univers...		1853	R	1999-09-20	2002-12-10 19:59:37	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:630::/32	UK-JANET-19991019	UK National Academic and ...		786	A	1999-10-19		100%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:638::/32	DE-DFN-19991102	DFN Verein Sub-TLA block		680	A	1999-11-02	2002-12-10 19:59:37	97%	2013-06-14 04:48:57 2003-09-26 22:21:06
LG	2001:640::/32	RU-FREENET-19991115	FREENet Group		2895	A	1999-11-15	2002-12-10 19:59:37	97%	2013-06-14 04:48:57 2004-05-17 03:50:35
LG	2001:648::/32	GR-GRNET-19991208	Greek Research and Techno...		5408	A	1999-12-08	2002-12-10 19:59:37	96%	2013-06-14 04:48:57 2005-01-06 07:32:18
LG	2001:650::/29	DE-ALPHACRON-2010031...	Marc Pauls (AlphaCron Dat...		28748	A	2010-03-19	2013-02-23 20:19:08	95%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:650::/32	DE-ALPHACRON-2010031...	Marc Pauls (AlphaCron Dat...		28748	R	2010-03-19	2010-03-27 09:47:40	0%	2013-02-23 20:19:08
LG	2001:658::/32	DE-TIMD-20000317	Broadnet AG		20676	A	2000-03-17		97%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:660::/29	FR-RENATER-20000321	Renater			A	2000-03-21		0%	never
LG	2001:660::/32	FR-RENATER-20000321	Renater Sub-TLA block		2200	A	2000-03-21		97%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:668::/29	EU-NACNET-20000403	Tinet Spa			A	2000-04-03		0%	never
LG	2001:668::/32	EU-NACNET-20000403	Tiscali International Net...		5000	A	2000-04-03		97%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:670::/30	FI-ELISA-20000403	Elisa Oyj			A	2000-04-04		0%	never
LG	2001:670::/32	FI-EUNET-20000403	EUNET Finland		980	R	2000-04-04	2002-12-10 19:59:37	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.4::/48	FK-DNS-ANYCAST-NET	Falkland Islands Governme...		1273	R	2006-10-09		0%	never
LG	2001:678.1::/48	D-NS-NIC-CZ	CZ.NIC, z.s.p.o.		25192	A	2006-10-11	2006-12-11 14:47:21	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.2::/48	DENIC-ANYCAST-V6	DENIC eG		31529	A	2006-10-13	2007-05-29 19:17:40	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.3::/48	CH-SWITCH-CCTLD-ANYC...	Swiss.ch TLD Anycast		42	A	2006-12-12	2007-01-06 03:02:24	97%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.4::/48	ICB-CO-UK	Internet Computer Bureau		42909	A	2007-03-22	2008-06-20 11:47:31	1%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.5::/48	TM-ANYCAST	TM Domain Registry ltd		42909	A	2007-10-10	2008-06-20 11:47:31	1%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.6::/48	DOMREG-ANY-V6	Kaunas University of Tech...		44358	A	2007-12-11	2008-05-14 14:17:30	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.7::/48	GR-CLOUD6	Foundation for Research &...		48053	A	2008-09-25	2008-11-12 14:47:36	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.8::/48	SIDN-ANYCAST	Stichting Internet Domein...		48283	A	2008-11-03	2011-07-07 12:33:12	96%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.9::/48	DNSBE-IPv6-ANYCAST	Domain Name Registration ...		199670	A	2008-11-24		0%	never
LG	2001:678.a::/48	EURID-IPv6-ANYCAST	EURid vzw		199207	A	2008-11-24	2011-02-15 10:17:56	95%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.b::/48	NIC-LV-ANYCAST-V6	Institute of Mathematics ...		51955	A	2009-01-27	2010-12-16 13:47:48	97%	2013-06-14 04:48:57
LG	2001:678.c::/48	NIC-FR-DNS-ANYCAST-V...	AFNIC		2486	A	2009-06-03	2009-07-02 16:32:30	13%	2013-06-14 04:48:57

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/ripe/>

## LACNIC

En la Tabla 2.9 se pueden ver tanto los prefijos de IPv6 visibles como los asignados en países de América Latina y el Caribe.

La base de datos contiene 1773 IPv6 de DFP. De los cuales 66 (3,72%) se devuelven al registro y 1.315 (74,17%) DFPs IPv6 no tenían una entrada de direccionamiento. También se anuncian 16 redes que son devueltas (16). Así como 392 (22,11%) de redes están correctamente anunciadas.

1 (0.06%), sólo anunció un /35, mientras que se han asignado a /32. 1 (0.06%) anunció tanto en su /32 y su /35. (*IPv6 deployment and tunnelBoker, SixXS, 2013, pár. 8*) [48].

**Tabla 2.9: Prefijos DFP de IPv6 de LACNIC**

Everything ok.  
 Prefix wasn't seen for the last 24 hours.  
 /32 is allocated but only a /35 is announced.  
 /32 is allocated and both the /32 and the /35 are announced.  
 Prefix was returned or reclaimed but is seen.  
 Prefix was returned and isn't seen.  
 Prefix was reclaimed and isn't seen.  
 Less than 100% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 80% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 50% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 30% of the GRH participants saw this route.

LG	Prefix	Id	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:488::/32	0	AVANTEL-IPv6-1	Avantel, S.A.		R	2001-06-28		0%	never
LG	2001:4a8::/32	0	AXTEL-IPv6-1	AXTEL, S.A. de C.V.		R	2001-10-10		0%	never
LG	2001:4c0::/35	0	PROTEL-RED-1-V6	OPERADORA PROTEL S.A. DE		R	2002-03-14		0%	never
LG	2001:4e8::/35	0	UNINET-NETV6-1	Uninet S.A. de C.V.		R	2002-03-14		0%	never
LG	2001:1200::/32	0	MX-OPSC-LACNIC	Operadora Protel S.A. de ...		A	2003-01-10	2003-05-12 21:14:34	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1208::/32	0	MX-USCVA-LACNIC	Uninet S.A. de C.V.	8151	A	2003-02-03	2010-09-21 18:02:44	97%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1210::/32	0	MX-UNQU4-LACNIC	Universidad de Guadajar...	2549	A	2004-09-24	2004-10-10 12:32:17	89%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1218::/32	0	MX-UNAM1-LACNIC	Universidad Nacional Auto...	8151	A	2005-06-29	2005-12-17 01:05:13	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1228::/32	0	MX-ITYE4-LACNIC	Instituto Tecnológico y d...		A	2005-10-07		0%	never
LG	2001:1228::/32	0	MX-CUDI-LACNIC	CUDI		A	2005-11-15	2006-06-21 03:47:20	93%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1228::/32	0	MX-CUDI-LACNIC	...		A	2009-12-28		0%	never
LG	2001:1230::/32	0	MX-INF1-LACNIC	INFOTEC		A	2010-01-25	2012-07-20 19:34:24	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1238::/32	0	MX-MTSC2-LACNIC	MAXCOM Telecomunicaciones...		A	2006-01-13	2011-11-01 18:48:08	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1240::/32	0	MX-MMSC28-LACNIC	Micronet de Mexico, S.A. ...		A	2010-10-28	2010-10-29 09:02:46	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1248::/32	0	MX-ALES-LACNIC	Alestra		A	2008-01-08		0%	never
LG	2001:1250::/32	0	MX-NMSC11-LACNIC	NIC Mexico, S.C.	22894	A	2006-06-16	2009-02-17 14:32:26	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1258::/32	0	MX-NMSC1-LACNIC	...		A	2008-11-24	2009-01-14 00:17:40	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1268::/32	0	MX-MRTS1-LACNIC	Mexico Red de Telecomunic...		A	2010-12-27	2011-06-30 10:03:11	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1268::/32	0	MX-ASCV9-LACNIC	AXTEL, S.A. de C.V.		R	2009-02-18		0%	never
LG	2001:1270::/32	0	MX-SNME-LACNIC	Sisigma Networks Mexico		A	2009-10-13		0%	never
LG	2001:1278::/32	0	MX-OSCV9-LACNIC	Operbes, S.A. de C.V.	18734	A	2010-08-23	2011-05-27 16:03:08	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1280::/32	0	003.461.300/0001-66	TRVIT TECNOLOGIA DA INFOR...		A	2007-12-19	2012-05-16 16:33:10	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1284::/32	0	004.368.865/0001-66	COPEL Telecom S.A.	14866A	A	2007-12-19	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1288::/32	0	006.128.103/0001-18	...		A	2007-12-19		0%	never
LG	2001:128c::/32	0	002.639.055/0001-71	Sul Americana Tecnologia ...	25933A	A	2007-12-28	2012-03-03 15:03:09	97%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1290::/32	0	004.622.116/0011-95	CTBC MULTIMEDIA DATA NET ...		A	2008-01-29	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1291::/32	0	071.208.516/0001-74	COMPANHIA DE TELECOMUNICA...	16735A	A	2008-06-10	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:1294::/32	0	008.050.280/0001-54	TeleSA Telecomunicacoes S...		A	2008-02-11		0%	never
LG	2001:1298::/32	0	006.338.921/0001-45	...		A	2008-04-08	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:02
LG	2001:129c::/32	0	059.278.085/0001-17	Durand do Brasil Ltda	22356A	A	2008-06-10	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:12a0::/32	0	080.995.822/0001-99	ENGERLUS INFORMATICA LTDA		A	2008-06-10		0%	never
LG	2001:12a4::/32	0	001.154.512/0001-75	IBERIA BRASIL TELECOMUNIC...	28346A	A	2008-06-27	2012-03-03 15:03:09	96%	2013-06-14 07:34:01
LG	2001:12a8::/32	0	076.535.764/0326-90	Brasil Telecom S/A - Fil...		R	2008-07-28		0%	never
LG	2001:12ac::/32	0	003.479.494/0001-27	Onda Internet		A	2008-07-29	2012-03-03 15:03:09	97%	2013-06-14 07:34:02
LG	2001:12b0::/32	0	002.945.663/0001-04	LINKTEL TELECOMUNICACOES ...	28618A	A	2008-08-08		0%	never

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/lacnic/>



## ARIN

En la Tabla 2.10 se pueden ver tanto los prefijos de IPv6 visibles como los asignados por este registro en sus zonas de interés.

La base de datos contiene 3459 IPv6 de DFP. De los cuales 162 (4,68%) se devuelven al registro y 1.857 (53,69%) DFPs de IPv6 no tienen una entrada de direccionamiento.

También se anuncian 24 redes mientras son devueltas (24). Con esto, 1.440 (41,63%), de las redes están correctamente anunciadas. 1 (0,03%), sólo anunció un /35, mientras que se han asignado a /32. 4 (0,12%) anuncian tanto en su /32 y su /35. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 9*) [48].

**Tabla 2.10: Prefijos DFP de IPv6 de ARIN**

Everything ok.  
 Prefix wasn't seen for the last 24 hours.  
 /32 is allocated but only a /35 is announced.  
 /32 is allocated and both the /32 and the /35 are announced.  
 Prefix was returned or reclaimed but is seen.  
 Prefix was returned and isn't seen.  
 Prefix was reclaimed and isn't seen.  
 Less than 100% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 80% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 50% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 30% of the GRH participants saw this route.

LG	Prefix	Id	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:400::/32	ESNET-V6	Energy Sciences Network (...)	293	A	1999-08-03		98%	2013-06-14 09:03:57	2006-06-06 07:02:24
LG	2001:408::/32	API-DIGITAL	API Digital Communication...	14793	A	2010-02-02	2013-05-29 20:18:57	98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:410::/32	CANET3-IPv6	Canarie Inc		A	2000-03-27	2003-03-08 12:50:45	98%	2013-06-14 09:03:57	2004-10-07 16:32:31
LG	2001:418::/32	VRIO-IPv6-0	Verio, Inc.		A	2000-05-24		100%	2013-06-14 09:03:57	2003-02-06 13:41:14
LG	2001:420::/32	CISCO-IPv6-1	Cisco Systems, Inc.	109	A	2000-06-14	2004-09-14 18:02:53	98%	2013-06-14 09:03:57	2011-05-05 19:17:59
LG	2001:428::/32	QWEST-IPv6-1	Qwest Communications	209	A	2000-07-12	2005-11-11 22:17:19	98%	2013-06-14 09:03:57	2005-11-22 22:33:54
LG	2001:430::/32	LIGHTBOUND	Lightbound	7332	A	2010-02-02	2011-05-10 01:19:08	98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:438::/32	ABOVENET-IPv6	Abovenet Communications, ...		A	2000-09-25	2002-12-10 19:59:37	96%	2013-06-14 09:03:57	2006-09-01 02:47:19
LG	2001:440::/32	SPRINT-V6	Sprint		A	2000-09-29		0%	2012-09-18 05:04:04	2004-11-29 15:32:17
LG	2001:448::/32	UNAM-IPv6	Universidad Nacional Auto...		A	2000-10-25	2010-04-02 09:02:39	62%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:450::/32	GBLX-V6	Global Crossing		A	2001-01-02	2002-12-10 19:59:37	100%	2013-06-14 09:03:57	2005-05-24 03:47:18
LG	2001:458::/32	STEALTH-IPv6-1	Stealth Communications, I...	8002	A	2001-02-01	2002-12-10 19:59:37	98%	2013-06-14 09:03:57	2005-05-05 01:47:18
LG	2001:460::/32	NET-CW-10BLK	Cable & Wireless USA		A	2004-11-18	2008-06-27 06:17:32	95%	2013-06-14 09:03:57	2004-08-04 15:17:37
LG	2001:468::/32	ABLENE-IPv6	UCAID		A	2001-03-12		98%	2013-06-14 09:03:57	2003-02-13 15:00:54
LG	2001:470::/32	HURRICANE-IPv6	Hurricane Electric	6939	A	2001-03-22		98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:478::/32	EP-NET	EP-NET, LLC		A	2001-05-21	2005-04-21 22:02:17	0%	2011-01-03 22:17:48	
LG	2001:480::/32	DREN-V6	High Performance Computin...		A	2001-06-14		98%	2013-06-14 09:03:57	2003-02-05 04:01:01
LG	2001:490::/32	NOKIA-1	Nokia	1248	A	2001-07-11		94%	2013-06-14 09:03:57	2013-06-14 09:03:57
LG	2001:498::/32	ITESM-IPv6	Tec de Monterrey Campus M...		R	2001-08-23	2010-08-29 14:02:46	0%	2011-03-15 16:32:57	
LG	2001:480::/32	UP-NET	Baraga Telephone Company	8134	A	2010-02-03	2010-02-19 17:47:36	97%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:480::/32	MOLTIMEWARNER	AOL Time Warner		A	2001-11-13	2003-03-27 17:21:39	94%	2013-06-14 09:03:57	2005-06-08 13:47:18
LG	2001:488::/32	WAYPORT-IPv6	Wayport, Inc.		A	2002-01-04	2005-09-08 18:19:45	98%	2013-06-14 09:03:57	2004-12-06 21:17:18
LG	2001:4c0::/32	ALIAN-6NET	Alliant Telecom	855	A	2004-11-22	2006-10-16 21:47:21	98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:4c8::/32	MYSALR-IPv6-1	Allstream Corp		A	2004-12-01		0%	never	
LG	2001:4d0::/32	NASA-PCCA-V6	National Aeronautics and ...		A	2002-05-01	2004-04-22 00:30:40	98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:4d8::/32	DOTNET-001	Dotnet Internet Services		R	2002-05-23	2002-12-10 19:59:37	0%	2010-12-06 17:47:49	
LG	2001:4d0::/32	WISNET-V6	University of Wisconsin ...	2381	A	2002-06-12		98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:4e8::/32	SHAWIPv6	Shaw Communications	6327	A	2002-07-09	2009-05-26 22:17:31	100%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:4f0::/32	NOV-NET-IPv6-01	Novati, LLC	22654	A	2010-02-03		0%	never	
LG	2001:4f8::/32	ISCS-1	Internet Software Consort...	1280	A	2002-08-02		98%	2013-06-14 09:03:57	
LG	2001:500::/48	ARIN-001	ARIN-001	3557	R	2002-08-19	2006-06-05 17:47:27	0%	2008-07-31 20:32:36	
LG	2001:500:1::/48	IR-ROOT	U.S. Army Research Labora...		A	2002-11-22	2006-06-05 17:47:27	98%	2013-06-14 09:03:57	

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/arin/>

## APNIC

En la Tabla 2.11 se pueden ver tanto los prefijos de IPv6 visibles como los asignados por este registro en sus zonas de interés.

La base de datos contiene 2926 DFPs de IPv6. De los cuales 139 (4,75%) se devuelven al registro y 1.849 (63,19%) de DFPs no tienen entrada de direccionamiento.

También se anuncian 45 redes. Por lo tanto, 938 (32,06%) de redes están correctamente anunciadas. 1 (0,03%), sólo anunció un /35, mientras que se han asignado a /32. 5 (0,17%) anuncian tanto en su /32 y su /35. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 10*) [48].

**Tabla 2.11: Prefijos DFP de IPv6 de APNIC**

LG	Prefix	Id	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:200::/35	WIDE-JP-19990813	WIDE project			A	1999-08-13		0%	never
LG	2001:200::/32	WIDE-JP-19990813	WIDE		2500	R	1999-08-13	2002-12-10 19:59:37	100%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:208::/35	NUS-SG-19990827	National University of Si...			A	1999-08-27		0%	never
LG	2001:208::/32	NUS-SG-19990827	NUS			R	1999-08-27	2003-07-31 16:02:12	95%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:210::/35	CONNECT-AU-19990916	Connect			R	1999-09-16		0%	never
LG	2001:218::/32	NTT-JP-19990922	NTT			R	1999-09-22		100%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:218::/35	NTT-JP-19990922	NTT Communications Global...			A	1999-09-22		0%	never
LG	2001:220::/35	KT-KRNIC-KR-19991006	Korea Advanced Research N...			A	1999-10-06		4%	20
LG	2001:220::/32	KT-KRNIC-KR-19991006	Korea Advanced Research N...			R	1999-10-06	2002-12-10 19:59:37	4%	2013-07-31 09:19:03
LG	2001:228::/35	JENS-JP-19991027	JENS			R	1999-10-27	2002-12-10 19:59:37	0%	2002-12-10 19:59:37
LG	2001:230::/35	ETRI-KRNIC-KR-199911...	Electronics and Telecommu...			A	1999-11-24		0%	never
LG	2001:230::/32	ETRI-KRNIC-KR-199911...	ETRI			R	1999-11-24		0%	never
LG	2001:238::/32	HINET-TW-20000208	Hinet			R	2000-02-08		0%	2012-12-11 06:49:04
LG	2001:238::/35	HINET-TW-20000208	Chunghwa Telecom Co.			A	2000-02-08		0%	never
LG	2001:240::/32	IJ-JPNIC-JP-2000030...	IJ		2497	R	2000-03-08		100%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:240::/35	IJ-JPNIC-JP-2000030...	Japan Network Information...			A	2000-03-08		0%	never
LG	2001:250::/35	CERNET-CN-20000426	CERNET IPv6 Backbone			A	2000-04-26		0%	never
LG	2001:250::/32	CERNET-CN-20000426	CERNET			R	2000-04-26		99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:251::/32	CERNET-CN-20031111	CERNET IPv6CJ			A	2003-11-11	2013-09-30 15:19:08	99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:252::/32	CNGIIGN-CN-20070316	CNGI International Gatewa...			A	2007-03-16	2013-09-30 15:19:08	99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:254::/32	TEIN2-CERNET	Trans-Eurasia Informatio...			A	2005-11-25	2013-09-30 15:19:08	44%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:256::/32	CERNET-CN-20050701	CERNET 863 3TNET Terabit ...			A	2005-07-01	2013-09-30 15:19:08	99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:258::/35	INFOWEB-JPNIC-JP-200...	Japan Network Information...			A	2000-05-02		0%	never
LG	2001:258::/32	INFOWEB-JPNIC-JP-200...	Infoweb			R	2000-05-02		100%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:260::/35	BIGLOBE-JPNIC-JP-200...	Japan Network Information...			A	2000-07-19		0%	never
LG	2001:260::/32	BIGLOBE-JPNIC-JP-200...	BIGLOBE		2518	R	2000-07-19		99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:268::/32	KDDI-JPNIC-JP-200008...	Japan Network Information...			A	2000-08-29		0%	never
LG	2001:268::/35	DION6-JPNIC-JP-20000...	DION6		2516	R	2000-08-29		99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:270::/32	DACOM-BORANET-200009...	DACOM		3786	R	2000-09-08	2002-12-10 19:59:37	99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:270::/35	DACOM-BORANET-200009...	ISP providing various int...			A	2000-09-08		0%	never
LG	2001:278::/32	ODN-JPNIC-JP-2000091...	ODN		4725	R	2000-09-15		99%	2013-10-27 23:34:08
LG	2001:278::/35	ULTINA-JPNIC-JP-2000...	Japan Network Information...			A	2000-09-15		0%	never

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/apnic/>

## AfriNIC

En la Tabla 2.12 se pueden ver tanto los prefijos de IPv6 visibles como los asignados por este registro en sus zonas de interés.

La base de datos contiene 357 DFPs de IPv6. De las cuales 22 (6,16%) se devuelven al registro y 228 (63,87%) de DFPs no tienen una entrada de direccionamiento. También se anuncia 1 red devuelta. Por lo tanto, 107 (29,97%) redes están correctamente anunciadas. Se han asignado a /32. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, párr. 11*) [48].

**Tabla 2.12: Prefijos DFP de IPv6 de AfriNIC**

Everything ok.  
 Prefix wasn't seen for the last 24 hours.  
 /32 is allocated but only a /35 is announced.  
 /32 is allocated and both the /32 and the /35 are announced.  
 Prefix was returned or reclaimed but is seen.  
 Prefix was returned and isn't seen.  
 Prefix was reclaimed and isn't seen.  
 Less than 100% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 80% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 50% of the GRH participants saw this route.  
 Less than 30% of the GRH participants saw this route.

LG	Prefix	td	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:970::/32		FN-ATI-20021024	ATI		R	2002-10-24		0%	2006-05-10 14:32:21
LG	2001:4200::/32		TENET-IPv6-1	Provider Local Registry	2018	A	2005-10-21	2012-07-20 15:04:42	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4208::/32		TELKOMSAV6-1	Telkom SA Limited		A	2006-01-06	2012-07-20 15:04:42	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4210::/32		CMC-IPv6-NET-BLK-1	CMC Networks	25818	A	2010-02-10	2012-07-20 15:04:42	95%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4218::/32		NET6-2001-4218--32	MTN Business Solutions (P...	2905	A	2006-01-11	2012-07-20 15:04:42	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4220::/32		RAYA	Raya Telecom		A	2006-02-16	2012-08-29 08:34:55	94%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4228::/32		SD-SUDATEL-2006	Sudatel	15706	A	2006-03-06	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4230::/32		LDN-IPv6	Link Egypt		R	2006-03-15	2012-09-16 11:19:04	0%	2013-06-06 14:19:05
LG	2001:4238::/32		SD-SWIFT-IPv6-1	Swift		A	2006-04-28		0%	never
LG	2001:4240::/32		BOL-IPv6	Benson Informatics Ltd.		A	2006-05-22		0%	never
LG	2001:4248::/32		EMTELNET	Emtel Limited is GSM 2G & ...	30999	A	2006-05-22	2012-08-14 09:04:33	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4250::/32		EBONET6	MSTELCOM	17400	A	2006-05-22		0%	never
LG	2001:4258::/32		SIMBANET	SimbaNET Tanzania IPv6	37084	A	2006-05-31	2012-07-20 15:04:42	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4260::/32		NET6-2001-4260--32	MTN Business Solutions (P...	16637	A	2006-06-06	2012-08-07 12:49:22	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4268::/32		CAMNET-V6	CAMNET	15964	A	2006-06-13	2012-07-20 15:04:42	0%	2013-03-07 02:04:15
LG	2001:4270::/32		NG-NETCOM-IPv6-1	Provider Local Registry		A	2006-06-15		0%	never
LG	2001:4278::/32		SONATEL-IPv6	SONATEL		A	2006-09-13	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4280::/32		ISNET-V6	Internet Solutions	3741	R	2006-09-13	2010-06-06 09:02:41	0%	2011-05-19 22:48:00
LG	2001:4288::/32		IAM-V6	Maroc Telecom		A	2006-09-26	2012-07-20 15:04:42	0%	2013-02-08 21:34:11
LG	2001:4290::/32		SERVIHOOD-v6	TELECOM PLUS		A	2006-11-03	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:4298::/32		DJ-DJIBTEL-IPv6	ADJIB	30990	A	2006-12-07	2012-11-21 13:49:10	96%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42a0::/32		POSIX-V6-AFRICA	Posix Systems (Pty) Ltd	6083	A	2007-01-11	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42a8::/32		Neotel-v6	NEOTELE PTY LTD	36937	A	2007-03-23	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42b0::/32		AFOL-Zw-NETv6	Africa Online Zimbabwe IP...	27576	A	2007-04-03		0%	never
LG	2001:42b8::/32		NOL-IPv6	NOL-Expermental-IPv6		A	2007-04-12	2013-02-07 17:34:10	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42c0::/32		ORANGE-MALI	ORANGE-MALI Backbone IP		A	2007-05-21	2013-01-18 09:34:12	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42c8::/32		TGB-V6-AFRICA	Teleglobe Canada ULC	6453	A	2007-06-19	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42d0::/32		AfriNIC-ZA-Ops	AfriNIC	33764	A	2007-06-21	2012-07-20 15:04:42	97%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42d8::/32		CIT-20070813	Cote d'Ivoire Telecom		A	2007-08-13	2012-11-21 14:04:11	94%	2013-06-14 09:18:59
LG	2001:42e0::/32		KOKONET	Kokonet Ltd. Seychelles		A	2007-08-20		0%	never
LG	2001:42e8::/32		FROGFOOT	Frogfoot Networks		R	2007-10-04		0%	never
LG	2001:42f0::/32		dotcoza-v6	Dotcoza		A	2007-10-04		0%	never
LG	2001:42f8::/32		netafrique-v6-core	Netafrique Dot Com ltd	36888	A	2007-10-04		0%	never

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, párr. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/afriNIC/>

## 2.6 IPv4 versus IPv6

### Diferencias de IPv6 respecto a IPv4

- No hay direcciones de broadcast, se sustituyen por direcciones de multicast.
- Los campos de las direcciones reciben nombres específicos; se denomina “prefijo” a la parte de la dirección hasta el nombre indicado, incluyéndolo. Este prefijo permite conocer la ruta de una conexión específica.
- Cualquier campo puede contener sólo ceros o sólo unos, a menos que se indique lo contrario.
- Las direcciones IPv6, ya sean unicast, anycast o multicast, son asignadas a interfaces, no a nodos. Ya que cada interfaz pertenece a un solo nodo, cualquiera de las direcciones unicast de las interfaces de este nodo puede ser empleado para referirse a dicho nodo.
- Todas las interfaces tienen al menos una dirección unicast de enlace local.
- Una única interfaz puede tener además varias direcciones IPv6 de cualquier tipo, ya sea unicast, anycast o multicast.
- Una misma dirección o conjunto de direcciones unicast puede ser asignada a múltiples interfaces físicas, siempre que la implementación trate dichas interfaces como una única. Esto permite el balanceo de carga entre varios dispositivos.
- Al igual que en IPv4, se asocia un prefijo de subred con un enlace, y se pueden asociar múltiples prefijos de subred a un mismo enlace.

*Fuente: (IPv6, El cercano gran conocido, 2003, párs 1 – 12) [49].*

A continuación en la Tabla 2.13 se presenta un cuadro comparativo entre estos dos protocolos:

**Tabla 2.13: Comparación de características de IPv4 e IPv6**

	IPv4	IPv6
<b>Direcciones</b>	Las direcciones de origen y destino tienen una longitud de 32 bits (4 bytes).	Las direcciones de origen y destino tienen una longitud de 128 bits (16 bytes).
<b>IPSec</b>	La compatibilidad es opcional.	La compatibilidad es obligatoria.
<b>Identificación del número de paquetes</b>	No existe ninguna identificación de flujo de paquetes para que los enrutadores controlen la QoS en el encabezado IPv4.	Se incluye la identificación del flujo de paquetes para que los enrutadores controlen la QoS en el encabezado IPv6, utilizando el campo FlowLabel (etiqueta de flujo).
<b>Fragmentación</b>	La llevan a cabo los enrutadores y el host que realiza el envío.	No la llevan a cabo los enrutadores, sino únicamente el host que realiza el envío.
<b>Encabezado</b>	Incluye una suma de comprobación.	No incluye una suma de comprobación.
<b>Opciones</b>	El encabezado lo incluye.	Todos se trasladan a los encabezados de extensión IPv6.
<b>Marcos de solicitud ARP</b>	El Protocolo de resolución de direcciones (ARP) utiliza los marcos de solicitud ARP de difusión para resolver una dirección IPv4 como una dirección de capa de vínculo.	Los marcos de solicitud ARP se sustituyen por mensajes de solicitud de vecinos de multidifusión.
<b>Administrar la pertenencia a grupos locales de subred</b>	Se utiliza el Protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP).	IGMP se sustituye con los mensajes de Descubrimiento de escucha de multidifusión (MLD).
<b>Determinar la dirección IPv4 de la mejor puerta de enlace predeterminada</b>	Se utiliza el Descubrimiento de enrutadores ICMP, y es opcional.	El Descubrimiento de enrutadores ICMP queda sustituido por la Solicitud de enrutadores ICMPv6 y los mensajes de anuncio de enrutador, y es obligatorio.
<b>Direcciones de multidifusión</b>	Se utilizan para enviar tráfico a todos los nodos de una subred.	No hay direcciones de multidifusión IPv6. De forma alternativa, se utiliza una dirección de multidifusión para todos los nodos de ámbito local del vínculo.
<b>Configuración manual</b>	Debe configurarse manualmente o a través de DHCP.	No requiere configuración manual o a través de DHCP.
<b>DNS</b>	Utiliza registros de recurso (A) de dirección de host en el Sistema de nombres de dominio (DNS) para correlacionar nombres de host con direcciones IPv4.	Utiliza registros de recurso (AAA) de dirección de host en el Sistema de nombres de dominio (DNS) para correlacionar nombres de host con direcciones IPv6.
<b>Tamaño de paquete</b>	Debe admitir un tamaño de 576 bytes (posiblemente fragmentado).	Debe admitir un tamaño de 1280 bytes (sin fragmentación).

Fuente: 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)



## CAPÍTULO 3

### IMPLEMENTACIÓN DEL IPV6 EN EL MUNDO

#### 3.1 Organismos que impulsan la implementación

##### IPv6 Forum

El IPv6 Forum (Foro IPv6) es un consorcio mundial constituido por proveedores líderes de soluciones de telecomunicaciones, proveedores de servicios de Internet (ISPs), y redes de investigación y educación.

Este foro se ha impuesto la misión de promover el protocolo de internet versión 6 (IPv6) para crear la próxima generación de Internet, de mayor calidad y seguridad: La nueva internet; además planea mejorar dramáticamente la promoción de IPv6 hacia el mercado y los usuarios, proporcionando acceso libre, global y equitativo a los conocimientos y la tecnología. (IPv6Forum, 2013)[29].

Los países que ya son miembros de este foro son:

Australia, Austria, Bélgica, Brasil, California, Canadá, China, Colombia, Croacia, Cuba, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, Alemania, Ghana, Grecia, Hawaii, Grenada, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Iran, Irlanda, Israel, Italia, Japon, Jordan, Korea Luxemburgo, Malasia, Morocco, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Oman, Islas Pacíficas, Pakistán, Palestina, Perú, Filipinas, Polonia, Portugal, Rusia, Arabia Saudita, Singapur, Scotland, Senegal, Eslovenia, España, Sudán, Suecia, Suiza, Taiwán, Tailandia, Túnez, Turquía, Emiratos Árabes, Reino Unido y Vietnam[29].

En Norte América:

#### La fuerza de trabajo norteamericana IPv6

La fuerza de trabajo norteamericana IPv6 (NAv6TF) es parte del Foro IPv6, dedicada a la promoción y propagación de IPv6 en el continente americano. Compuesta por miembros individuales, en lugar de patrocinadores corporativos, la misión de la NAv6TF es proporcionar liderazgo técnico y el pensamiento innovador para la integración exitosa de IPv6 en todos los aspectos de infraestructura de redes y telecomunicaciones, presente y futura.

A través de su continua facilitación de documentos comerciales y técnicos, certificaciones IPv6, conferencias centradas en IPv6, prueba y eventos de interoperabilidad, guías de preparación de implementación de IPv6 y colaboración con grupos de trabajo de IPv6 de todo el mundo, la NAv6TF se será la fuerza para la adopción de IPv6 y preparación en los Estados Unidos, Canadá y México. (Nv6tf, n.f., para. 2)[30].

### Programa Boundv6

Puesto en marcha por el Foro IPv6, es una red mundial de pruebas de interoperabilidad destinado a aumentar la confianza del usuario, demostrando que IPv6 ya está disponible y listo para su uso.(Boundv6, 2013)[30].

Los participantes de este programa son:

- Proveedor de aplicaciones, software, y equipos: Infoweapons.
- Laboratorios de pruebas como Chunghwa Telecom Laboratories (CHT-TL), Go6Lab, InfoWeapons, Instituto Japonés de aprobación de equipos de telecomunicaciones (JATE), Laboratorio de Interoperabilidad de la Universidad de New Hampshire (UNH-IOL).
- Empresa, Gobierno, redes críticas, ISPs.(Boundv6, 2013)[30].

### Proyecto 6tap

El proyecto 6TAP, co-patrocinado por ESnet, Viagenie y CANARIE, proporciona redes de producción IPv6. Se centra en desarrollar herramientas de red para la medición, análisis y visualización de redes IPv6, así como en brindar apoyo en la transición al nuevo protocolo. (6Tap, n.f., para. 1)[31].

### Internet2

El objetivo de Internet2 se centra en el desarrollo y despliegue de tecnologías avanzadas de redes y capacidades en el servicio de investigación de Estados Unidos y de la educación superior. Sus miembros representan a una amplia gama de disciplinas académicas y de investigación e incluye a las principales universidades de Estados Unidos, corporaciones, instituciones gubernamentales de investigación y organizaciones de redes sin fines de lucro.(6Tap, n.f., para. 2) [31].



### En Latinoamérica:

#### Foro Latinoamericano de IPv6 (FLIP6)

Este Foro tiene como objetivo promover y fomentar la adopción del Protocolo IPv6 en la región de América Latina y el Caribe, así como el intercambio de experiencias obtenidas en la implementación de servicios y aplicaciones basadas en IPv6 en nuestra región. (Lacnic, n.f., para. 2) [32].

Se reúne a personas del ambiente académico, comercial, operadores de NAP, ccTLDs, ISPs ya toda persona o institución interesada en el despliegue del nuevo protocolo. (Lacnic, n.f., para. 4) [32].

El funcionamiento del FLIP6 se desarrolla desde varios escenarios. Se trabaja con una lista de discusión en la cual se debaten temas de interés para la comunidad IPv6. El FLIP6 está compuesto por un Moderador y un Comité de Evaluación de Trabajos por la Comunidad. (Lacnic, n.f., para. 5) [32].

Los trabajos presentados en las distintas ediciones del FLIP6 han tenido una evolución notoria, acompañando claramente al despliegue de IPv6.

### **3.2 Planes de acción para la adopción de IPv6 en otros países.**

La adopción de IPv6 en cualquier país, requiere la colaboración de diversos actores de la Industria y del Estado. Los principales protagonistas involucrados son los siguientes:

- *Proveedores de software/hardware:* Corresponde al mercado de equipamiento y productos compatibles con IPv6.

- *Proveedores de Servicio de Internet (Internet Service Providers, ISP):* Corresponden a la oferta de conectividad a Internet por parte de la industria nacional. Existen proveedores enfocados al sector residencial, proveedores enfocados a las empresas y proveedores que cubren ambos segmentos.
- *Proveedores de Contenidos en Internet (Internet Content Providers, ICP):* Corresponde a la oferta de contenidos por parte de la industria nacional, plataformas web a los cuales se conectan las personas (u otro software) para consumir su contenido.
- *Usuario final:* Se relaciona con la demanda, tanto residencial como empresarial, quienes consumen el servicio de conectividad ofrecido por los ISPs y el servicio de contenido ofrecido por los ICPs.
- *El estado:* Entidad que debe cubrir las deficiencias del mercado a través de la regulación, e incentivar a los actores de la industria mediante políticas, subsidios u otras herramientas con el fin de maximizar los beneficios sociales de sus actividades.

(Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pár 1-9*) [33]

Para que la transición a IPv6 resulte exitosa, es de vital importancia el rol de los Gobiernos en todo el proceso.

Los Ministerios de Comunicaciones u otros organismos gubernamentales relacionados con la promoción y adopción de tecnologías de redes deberían promover el uso de IPv6 para el desarrollo de su país y de la región en general, contribuyendo así a la reducción de la llamada brecha digital.

A continuación se mostrará el proceso que se ha tomado en los distintos países en pro de la implementación del IPv6:

### 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.

A través de instituciones de Gobierno se han realizado talleres y seminarios para concientizar sobre IPv6 entre la comunidad de ISPs y usuarios finales.

El Gobierno inició el proceso para el establecimiento de Registro Nacional de Internet (NIR) en el país, de conformidad con el marco normativo para NIRs de APNIC.

Se ha realizado la ampliación del banco de pruebas existente de IPv6 de ERNET (Education & research Network), para hacerla accesible a todas las partes interesadas en todo el país.

Fuente: (Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pág 10-15*) [33].

### Hong Kong

El Gobierno ha apoyado la investigación académica en IPv6 desde 2003 proporcionando fondos para establecer una conexión IPv6 entre académicos de Hong Kong y red de investigación (HARNET) y América del norte (Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pág 20-26*) [33].

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 mejoraron también los sistemas de Internet del Gobierno para que el público puede acceder a más de 200 sitios web gubernamentales [33].

El Gobierno, a través de su participación en el foro internacional; Corporación de Internet para la asignación de nombres y números (ICANN) y la cooperación económica Asia-Pacífico (APEC), logró acceso a información sobre el desarrollo de IPv6 y el intercambio de opiniones con expertos de todo el mundo [33].

### Singapur

El Infocomm Development Authority de Singapur (IDA), en su papel de planificador nacional para el desarrollo de las TIC de la nación, está liderando un proyecto para impulsar la adopción de IPv6 en Singapur y fomentar el uso eficiente de las direcciones IPv4 restantes para minimizar los riesgos de agotamiento.

Acorde a estos objetivos, este proyecto se ha dividido en dos fases; la fase de encuesta y la fase de planificación.

*La fase de encuesta* consta de entrevistas cara a cara con interesados en el ecosistema de las TIC, así como una encuesta basada en la web de pequeñas y medianas empresas (PYMES). Por otra parte, *la fase de planificación* implica el desarrollo de guías de adopción de IPv6 para cada sector, describiendo los pasos claves necesarios durante la transición a IPv6 y las opciones técnicas y enfoques que están disponibles para los diferentes grupos interesados.

Es importante señalar la guía de adopción individual de la IDA para cada categoría de sector:

*Proveedores de sistemas:* Para los proveedores de sistemas (incluyendo proveedores de hardware y software), el proceso de integración de IPv6 se basaría en un enfoque por fases repartido en uno a tres años, dependiendo de la naturaleza del producto.

*ISP:* Para los proveedores de servicios de Internet, el proceso de adopción de IPv6 será un enfoque por fases repartidos de uno a tres años, dependiendo de la complejidad y la preparación de IPv6 de la red actual y sistemas.

*Proveedores de la red:*El proceso de adopción de IPv6 para los proveedores de la red necesitaría implementarse en un período de uno a tres años, según el nivel de preparación de cada proveedor.

*Proveedores de servicio:* El proceso de adopción de IPv6 para los proveedores de la servicios necesitaría implementarse en un período de uno a tres años, según el nivel de preparación de cada proveedor.

*Usuarios finales:*Para los usuarios finales, el proceso de adopción de IPv6 variará dependiendo del tipo de usuario.

Fuente: (Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pár 30-34*) [33].

### Estados Unidos

En Estados Unidos el despliegue de IPv6 fue un mandato gubernamental. Esto provocó que no existieran exigencias en el sector comercial, lo cual a su

vez volvió lenta la transición ya que los proveedores de equipos no encontraron el beneficio económico de implementar el software/hardware necesario para una rápida transición.

Es importante señalar que a la fecha la infraestructura IP de los EE.UU. usa más direcciones que todas las otras naciones del mundo combinadas. Por lo tanto el cambio de la infraestructura es mucho más difícil de hacer que en países donde la infraestructura es pequeña. Existen compañías privadas con redes IPv6 pero debido a que el precio de operación es elevado no se puede ofrecer fácilmente al público.

Fuente: (Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pár 35-40*) [33].

### Colombia

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

Los puntos a tener en cuenta antes de la transición son:

- Inventario: Ya que IPV6 afectará a todos los dispositivos y aplicaciones conectados a la red, es necesario un inventario de equipos de computación y de comunicaciones de la entidad.
- Investigación: Los procesos que adopten las entidades deben cumplir con la normativa y ser avalados por la JITC (US Defense Department Certification)

- Presupuesto: Es necesario evaluar los costos que conlleve dicha la migración a IPv6.
- Preparación: Evaluación del impacto que conlleva a la implantación del nuevo protocolo en MINTIC.
- Revisión detallada de la red MINTIC; si los servicios y las aplicaciones están actualizados a IPv6, priorizando aquellos servicios orientados al público.
- Diseño de cronograma: Es necesario que la entidad se ajuste los tiempos de transición a IPv6 estipulados en el plan de transición.
- Actualización tecnológica: Es necesario que la entidad actualice su red LAN previo a la transición a IPv6.
- Método de transición: Considerar los métodos de transición existentes como Doble Pila (Dual Stack), Túneles (Tunelling) y Traducción.

Fuente: (Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6, *PORTAL IPv6, 2013, pág 40-46*) [33].

### **3.3 Coexistencia y Mecanismos de transición**

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 pudieran 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. (*Mecanismos de transición, IPv6 Portal, 2012, pág. 1-5*) [34].

A continuación una clasificación general de los mecanismos de transición de acuerdo al tipo de técnica que utilizan:

- Dual stack
- Túneles
- Traducción

Es posible también hacer una división entre los mecanismos de transición según estén basados mayoritariamente en una infraestructura con IPv4 o IPv6. (*Mecanismos de transición, IPv6 Portal, 2012, pág. 6*) [34].

Si bien en un comienzo se tienen redes IPv4 que van incorporando el acceso a IPv6 gradualmente, a medida que el agotamiento de IPv4 se extiende, los proveedores comienzan a pensar en redes de acceso exclusivamente IPv6. Por lo tanto, es necesario suministrar mecanismos que permitan continuar accediendo a aquellas redes que sólo poseen IPv4. (*Mecanismos de transición, IPv6 Portal, 2012, pág. 7*) [34].

Existe una gran variedad de mecanismos de transición propuestos, muchos de los cuales se encuentran en discusión a cargo de la IETF. A continuación, se describen los principales mecanismos de transición:



### **3.3.1 Dual Stack o Doble Pila**

Es el primer método propuesto para tener una transición lenta y segura hacia IPv6. Requiere de suficiente cantidad de direcciones IPv4 para poder desplegar las dos versiones del protocolo en paralelo en toda la red.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 1) [35].

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.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 2) [35].

### **3.3.2 Túneles/Encapsulamiento**

Es uno de los mecanismos más antiguos para poder atravesar redes que no tienen soporte nativo del protocolo que se está utilizando. En general, 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. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 1) [35].

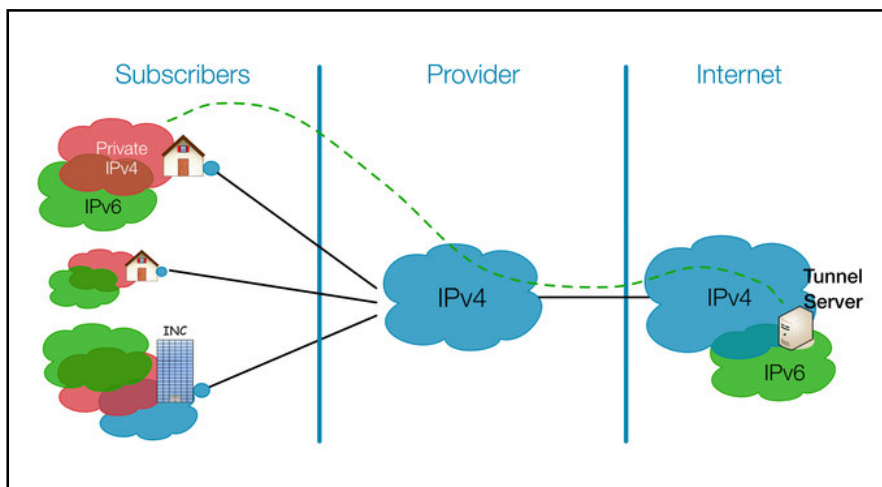
Los paquetes originales son transportados hasta un punto de la red por medio del protocolo original, luego encapsulados para atravesar la porción de red que no lo soporta y luego desencapsulados en el otro extremo para ser enviados al destino final en forma nativa.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 2) [35].

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. En el caso de los

primeros, se puede citar los túneles manuales entre dos equipos o mediante "tunnel brokers". En el segundo caso, los más conocidos son 6to4 y Teredo.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 3) [35].

Dentro de los mecanismos de encapsulado podemos mencionar también la técnica conocida como 6PE/6VPE, que se utiliza para encapsular el tráfico IPv6 por parte de carriers que tienen redes MPLS.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 4) [35].

Tal como se muestra en la Figura 3.27, se usan túneles configurados manualmente dentro del propio sistema. Estos son túneles estables pero, así mismo, no son fáciles de desplegar hasta los usuarios finales de la red. Es importante señalar que el MTU puede causar problemas en la transmisión.



Fuente: IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>.

**Figura 3.27: Túneles**

### **3.3.3 Traducción SIIT**

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. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 1) [35].

Dentro de esta clasificación podemos mencionar a NAT64/DNS64: la red es IPv6 nativa y para llegar a sitios que son sólo IPv4 se realiza una traducción al estilo NAT, es decir mediante un mapeo entre los paquetes IPv6 e IPv4. Se utiliza un prefijo especial para mapear direcciones IPv4 a IPv6: 64:ff9b::/96. Es necesario también utilizar una modificación al DNS llamada DNS64, que permite generar un registro AAAA aún cuando el destino no tenga dirección IPv6 (es decir, el DNS responda sólo con registros de tipo A). (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 2-3) [35].

Cabe recalcar que una de las propuestas iniciales de mecanismos de traducción fue NAT-PT (RFC 2766). Sin embargo, fue dado de baja debido a sus fallas (ver RFC 4966) y reclasificado como "histórico" por la IETF. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 4) [35].

### **3.3.4 Proyectos en discusión por la IETF**

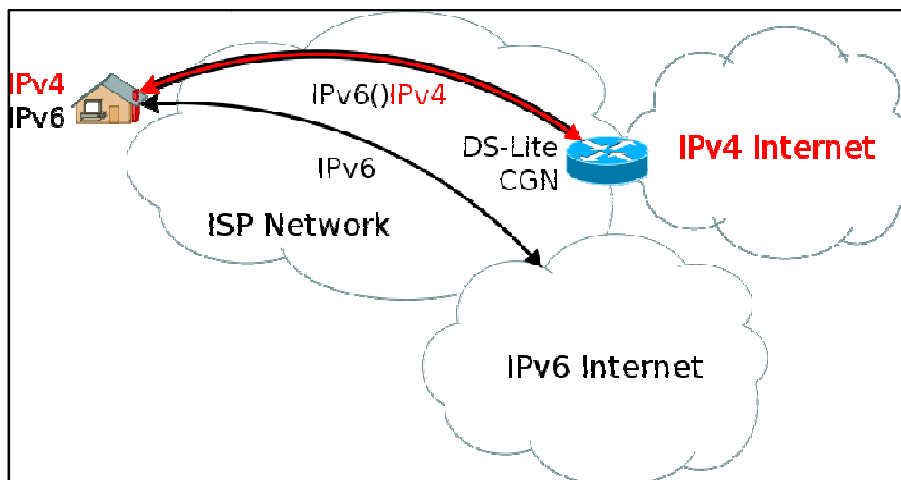
#### **3.3.4.1 Dual-Stack Lite (DS-Lite)**

El mecanismo Dual-Stack Lite tiene el objetivo de permitir a un ISP omitir la asignación de una dirección IPv4 al equipo local de su cliente (CPE). Se asignarían únicamente direcciones IPv6 globales. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 1) [35].

Cabe recordar que los mecanismos antes mencionados como Dual Stack requiriendo la asignación de direcciones públicas tanto IPv4 como IPv6 (Coexistencia).(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 2) [35].

El CPE distribuye direcciones IPv4 privadas en la LAN del cliente, de igual modo que un dispositivo NAT. Así mismo, la subred es elegida aleatoriamente por el cliente. La diferencia está en que en lugar de realizar un NAT, el CPE encapsula el paquete IPv4 dentro de un paquete IPv6. El CPE utiliza su conexión IPv6 para enviar el paquete a un Carrier Grade NAT (CGN) del ISP, que sí dispone de una dirección IPv4 pública. Se desencapsula el paquete IPv6, restaurando el paquete IPv4 original; se le aplica NAT al paquete IPv4 y se encamina a la Internet IPv4. El CGN identifica flujos de tráfico mediante el registro la dirección IPv6 pública del CPE, la dirección IPv4 privada y puertos TCP o UDP.(IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 3-5) [35].

Como se muestra en la Figura 3.28, los túneles IPv4 sobre IPv6 permiten a los clientes usar direcciones de la RFC1918 sin necesidad de realizarse el NAT (considerando que el NAT está localizado en el proveedor). IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 6) [35].



Fuente: IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>.

**Figura 3.28: Dual Stack - Lite.**

#### 3.3.4.2 Address Plus Port (A+P)

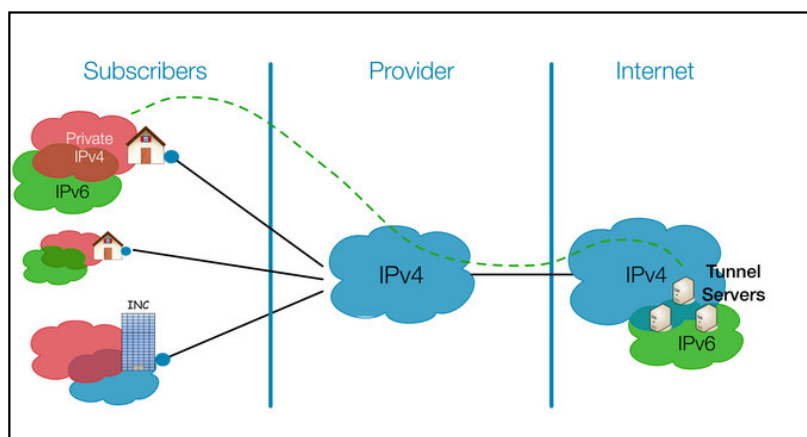
Este mecanismo consta de una dirección más Puerto [A+P] y utiliza un NAT en la red del cliente para acceder al Internet IPv4. El proveedor de Internet proporciona una dirección IPv4 y un rango de puertos TCP/UDP para el NAT. El tráfico IPv4 de salida es traducido utilizando el rango de puertos TCP/UDP disponible, el proveedor de servicios tiene la tarea de encaminar los paquetes de vuelta al cliente adecuado utilizando tanto la dirección IPv4 destino como el puerto TCP/UDP de destino. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 7) [35].

#### 3.3.4.3 4RD

Es un mecanismo que permite el despliegue de servicios IPv4 sobre redes IPv6. A igual que el 6rd, utiliza mapeos de direcciones asíncronos entre IPv6 e IPv4. Soporta una extensión de la dirección IPv4 basada en puertos de la capa de transporte. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 8) [35].

### 3.3.4.4 6to4

Como se muestra en la Figura 3.29, un túnel automático puede configurarse en el sistema. Las direcciones IPv4 son parte de las direcciones IPv6. Se requiere un direccionamiento IPv4 de tipo público y el retorno del tráfico puede elegirse en otro servidor. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 9) [35].

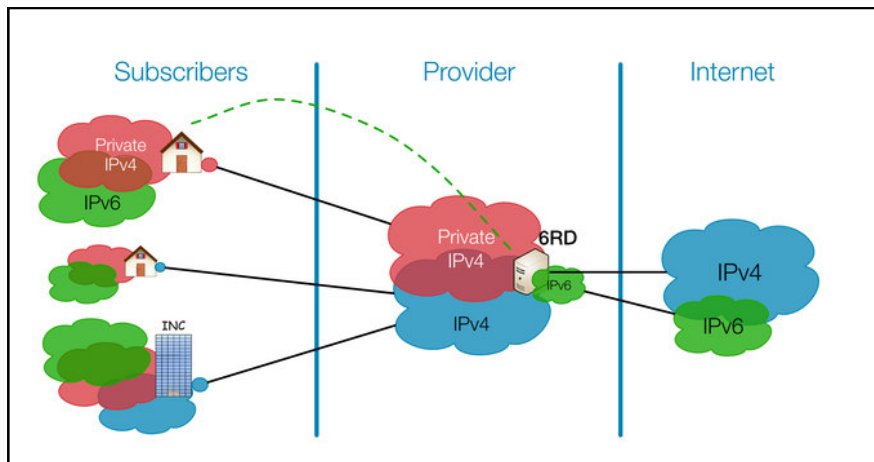


Fuente: IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>.

**Figura 3.29: 6to4**

### 3.3.4.5 6RD

Se deriva de 6to4. Consiste en realizar el despliegue de relays 6rd dentro de la infraestructura de un ISP, empleando para ello el bloque IPv6 unicast del ISP, en lugar del prefijo especial (2001::/16) de 6to4. (IPv6 Transition, RIPE NCC, 2012, pár. 10) [35].



Fuente: IPv6 Act Now (2012), Transition. <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>.

**Figura 3.30: 6RD**

## **CAPÍTULO 4**

### **IPv6 EN ECUADOR**

#### **4.1 IPv6TF-EC: IPv6 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) (IPv6TF-EC, n.f., pár. 2) [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. (IPv6TF-EC, n.f., pár. 4) [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.
- Fomentar el uso de IPv6.
- Establecer permanente comunicación e identificar oportunidades de colaboración con los Grupos de Trabajo de otros países y regiones.
- Elaborar un plan de acción para la implementación de IPv6 en el país y propiciar su uso.

#### **4.2 Legislación de UIT que tienen incidencia en Ecuador**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es un organismo de las Naciones Unidas especializado en las TIC. (UIT, n.f., pár. 1) [37].

Entre sus funciones está atribuir el espectro radioeléctrico y las órbitas de satélite a escala mundial, elaborar normas técnicas que garanticen la interconexión continua de las redes y las tecnologías, y se esfuercen por mejorar el acceso igualitario de las TIC a las comunidades en todo el mundo. (UIT, n.f., pár. 2) [37].

Durante la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT realizada en Guadalajara, en el año 2010, se estableció la Resolución No. 180 *“Facilitar la transición de IPv4 a IPv6”*.

A continuación se presenta en detalle esta resolución:

*“Considerando:*

a) La Resolución 64 (Johannesburgo, 2008) de la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT) que fomenta la implantación de IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].

b) La Opinión 5 (Lisboa, 2009) del Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones sobre la creación de capacidad en apoyo de la adopción de IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].

c) La Resolución 63 (Hyderabad, 2010) de la Cumbre Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) sobre asignación de direcciones IP y fomento de la implantación de IPv6 en los países en desarrollo, que Internet se ha convertido en un factor de desarrollo social y económico y se erige como herramienta vital para la comunicación y la innovación tecnológica, determinando un importante cambio de paradigma en el sector de las telecomunicaciones y tecnologías de la información. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].

d) Que frente al inminente agotamiento de las direcciones correspondientes al protocolo IPv4, y que para asegurar la estabilidad, el crecimiento y desarrollo de Internet es necesario que se concreten acciones para la transición a IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].”

*“Observando:*

a) La decisión del Consejo de 2009 en el sentido de crear un Grupo de Trabajo sobre el IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].

Reconociendo:

b) Que la implantación del IPv6 es una oportunidad de desarrollo para las TICs y su adopción temprana es la mejor forma de evitar la escasez de direcciones y las consecuencias que la finalización de las direcciones IPv4 pueda implicar, incluidos altos costes. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 629) [38].

c) Que los Gobiernos desempeñan un papel importante como catalizadores de la transición hacia el IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].”

*“Resuelve:*

1) Estudiar la forma de lograr una mayor colaboración y coordinación entre la UIT y otras organizaciones pertinentes que participan en el desarrollo de las redes IP y de la futura Internet, en su caso mediante acuerdos de

cooperación, a fin de que la UIT desempeñe un papel más importante en la gobernanza de Internet con objeto de garantizar los máximos beneficios a la comunidad mundial. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].

2) Intensificar el intercambio con todas las partes interesadas de experiencias e información sobre la adopción de IPv6, con objeto de desarrollar espacios de colaboración y de velar por la circulación de información para contribuir a los trabajos de apoyo en la transición hacia IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].

3) Colaborar estrechamente con los socios internacionales reconocidos pertinentes, incluida la comunidad de Internet (por ejemplo, los registros regionales de internet, el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF), y otros), para fomentar el desarrollo de IPv6 a través de la divulgación y la capacitación. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].

4) Prestar asistencia a aquellos Estados Miembros que, de conformidad con las actuales políticas de atribución, necesiten ayuda para la gestión y atribución de recursos IPv6, de conformidad con las resoluciones pertinentes. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].

5) Que el Grupo IPv6 emprenda estudios detallados sobre la atribución de direcciones IP, tal y como lo ha solicitado el Grupo Especializado sobre

cuestiones de política pública internacional relacionadas con Internet, tanto en lo referente a las direcciones IPv4 como a las direcciones IPv6, realice y facilite la realización de actividades relacionadas con el resuelve anterior a fin de que la Comisión de Estudio pertinente del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) realice esta labor. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 630) [38].

6) Al tiempo que presta asistencia a los Estados Miembros que necesitan ayuda para la gestión y atribución de recursos IPv6, examine los mecanismos de atribución utilizados por los Estados Miembros o Miembros de Sector de la UIT (incluida la distribución equitativa de direcciones), e identifique y señale todo fallo subyacente de los mecanismos de atribución actuales. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 631) [38].

7) Que comunique propuestas de modificación de las políticas existentes, si se identifican en los estudios indicados anteriormente, de conformidad con el proceso de formulación de políticas en vigor. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 631) [38].

8) Que elabore estadísticas sobre los progresos realizados en la transición, basándose en la información recopilada a escala regional a través de la colaboración con las organizaciones regionales. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 631) [38].”

*“Invita a los estados miembros:*

1) A que, mediante el conocimiento adquirido en la puesta en práctica del resuelve 2, promuevan iniciativas específicas en el ámbito nacional que fomenten la interacción con organismos gubernamentales, privados, académicos y la sociedad civil para el intercambio de información necesario a efectos del despliegue del IPv6 en sus respectivos países. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 631) [38].

2) A promover, con el apoyo de las oficinas regionales de la UIT, los registros regionales de Internet y otras organizaciones regionales a fin de coordinar la investigación, difusión y capacitación con la participación de los Gobiernos, la industria y la academia, para facilitar el despliegue de IPv6 en los países y en la región, al mismo tiempo que se coordinen iniciativas entre regiones para promover su despliegue a escala mundial. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 631) [38].

3) A elaborar políticas nacionales para fomentar la actualización tecnológica de los sistemas, a fin de asegurar que los servicios públicos ofrecidos a través del protocolo IP, la infraestructura de comunicaciones y las aplicaciones correspondientes de los Estados Miembros sean compatibles con IPv6. (Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 632) [38].

4) A garantizar que, en las acciones que lleven a cabo en relación con los equipos de comunicaciones e informáticos, se tomen las medidas necesarias para que los nuevos equipos cuenten con capacidad de IPv6, tomando en consideración un periodo de transición necesario para pasar del IPv4 al IPv6.

(Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios, UIT, 2011, p. 632) [38].”

#### **4.3 Legislación de CITELE que tiene incidencia en Ecuador**

La Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITELE) es el órgano asesor de la Organización de los Estados Americanos en asuntos relacionados con las telecomunicaciones/TIC. Fue establecido por la Asamblea General en 1994, con la misión de promover el desarrollo integral y sostenible de las TIC en el Hemisferio. (CITELE, n.f., párr. 1) [39].

Integran la CITELE, todos los países miembros de la Organización de los Estados Americanos (OEA) y más de 100 Miembros Asociados provenientes de la industria de telecomunicaciones, Internet, medios electrónicos, entre otros. (CITELE, n.f., párr. 3) [39].

En la XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/Tecnologías de la Información y la Comunicación (CCP.I) de la CITELE, se emitió la recomendación XVII, en la cual se promueven pautas para las Compras y Actualizaciones con Soporte IPv6 en los estados miembros de la CITELE. (CITELE, n.f., párr. 4) [39].

*“Considerando:*

a) Que se ha puesto en marcha la adopción de IPv6 atendiendo a las condiciones existentes en cada país. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 20) [39].

b) Que aún y cuando todavía no hay una aplicación que funcione exclusivamente sobre IPv6 y sea de adopción urgente, las mejoras

operacionales que se pueden obtener con IPv6 son importantes. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].

c) Que en algunos países se han establecido mecanismos de promoción e impulso al despliegue e implementación interno de IPv6 estableciendo que las compras o actualizaciones de sus redes y productos soporten, en el mediano y largo plazo, tanto IPv4 como IPv6. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].

d) Que es imprescindible que los Gobiernos, con miras a establecer las pautas, lineamientos y recomendaciones en las compras y actualizaciones de las licitaciones, utilicen todas las herramientas de política pública a su alcance para impulsar la coexistencia y transición hacia el uso de IPv6. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].

e) Que el programa para la transición de IPv4 a IPv6 en cada país demandará la pronta acción de diversos actores incluyendo ISPs, proveedores de equipo, software, aplicaciones y servicios para las redes, instituciones educativas y de investigación y desarrollo tecnológico y empresas usuarias de Internet. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].”

*“Tomando en cuenta:*

a) El anuncio realizado por la IANA sobre la adjudicación de los últimos bloques /8 del “pool” o “stock” global central de direcciones IPv4.



(XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 21) [39].

b) Que en el caso de Latinoamérica, de acuerdo al Registro LACNIC, la fecha aproximada de finalización de la disponibilidad de bloques de direcciones IPv4 a adjudicar será en mayo de 2014. (XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 21) [39].”

*“Recomienda:*

1. Que los Estados Miembros de la CITEL, utilizando las herramientas de política pública a su alcance, y teniendo en cuenta los estudios sobre normas técnicas aplicables realizados por el CCP.I, impulsen la coexistencia y transición hacia el uso de IPv6 a través de la adopción de pautas, lineamientos y recomendaciones para que las compras o actualizaciones de sus redes y productos soporten, en el mediano y largo plazo, tanto IPv4 como IPv6, considerando el papel del Gobierno como principal comprador de tecnología.(XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].

2. Que las Administraciones difundan entre los ISPs, proveedores de equipo, software, aplicaciones y servicios para las redes, instituciones educativas y de investigación y desarrollo tecnológico y empresas usuarias de Internet, información relacionada con la necesidad de prepararse para la convivencia entre IPv4 e IPv6 y posterior transición a IPv6.(XVII Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 20) [39].”

*En la XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I:*

Telecomunicaciones/Tecnologías de la Información y la Comunicación (CCP.I) se emitió la Recomendación No. 15, Políticas Regionales para la Adopción y Coexistencia IPv4- IPv6 para los Países Miembros de la CITELE.

*“Se consideraron los siguientes puntos:*

a) Que es necesario el diseño e implantación de políticas que permitan la estabilidad y el correcto funcionamiento de la red de Internet. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 30) [39].

b) Que dentro del Plan de Acción eLAC 2015, se insta a los países miembros a colaborar y trabajar en forma coordinada con todos los actores regionales, incluidos los sectores académico y comercial, la comunidad técnica y las organizaciones que participan en el tema, como el Registro LACNIC y la Sociedad Internet (ISOC), entre otras, para que la región logre un amplio despliegue IPv6, así mismo hace un llamado a implementar con brevedad planes nacionales que permitan acceder a los portales de servicios públicos gubernamentales de los países de la región a través de IPv6 y que las redes estatales trabajen de forma nativa con IPv6, en coexistencia con IPv4. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 31) [39].

c) Que en febrero de 2011 el Registro LACNIC comunicó que el stock central de direcciones IPv4 administrado por la IANA se agotó definitivamente, pues fueron entregados los últimos bloques disponibles de direcciones IPv4 a cada uno de los cinco RIRs en todo el mundo y a partir de esta fecha únicamente se podrá acceder al stock con el que cuenta LACNIC. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/

Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 31) [39].”

*“Reconociendo:*

a) Que es necesario que los Estados Miembros de la CITELE, dentro de sus competencias, coordinen con las entidades del sector público y privado la coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6 así como la transición futura a IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 31) [39].

b) Que la implementación de programas de transición IPv4aIPv6, mantendrá la inclusión y cohesión tecnológica de los diversos actores (Gobierno, Academia, Proveedores, Usuarios, etc.). (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 31) [39].

c) Que la CITELE, a través del CCP.I recomendó que las Administraciones difundan entre los proveedores de servicios, equipamiento, software, aplicaciones y servicios para las redes, instituciones educativas, de investigación, desarrollo tecnológico y usuarias de Internet, la información relacionada con la necesidad de prepararse para la convivencia entre IPv4 e IPv6 y su posterior adopción definitiva. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITELE, 2012, p. 31) [39].”

*Se realizaron las siguientes recomendaciones:*

“1. Que los Estados Miembros de la CITELE promuevan la construcción participativa e inclusiva de guías de coexistencia y transición IPv4 a IPv6 involucrando a todos los actores del ecosistema de Internet, a través de la constitución de fuerzas de trabajo (Task Force). (XX Reunión del Comité

Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEI, 2012, p. 31) [39].

2. Que los Estados Miembros de la CITEI realicen un diagnóstico de la situación actual de adopción de IPv6 en cada país y sobre esa línea base estructuren lineamientos y desarrollo de políticas vinculadas con el nuevo protocolo de Internet IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEI, 2012, p. 31) [39].

3. Que las Instituciones y Organismos del Sector Público de los Estados Miembros, implementen 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 del mundo, esta medida además propenderá al desarrollo del Gobierno en línea de la nueva era. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEI, 2012, p. 31) [39].

4. Que los Estados Miembros de la CITEI desarrollen marcos referenciales para compras nacionales de IPv6 considerando aspectos como: Equipamiento, software, servicios/aplicaciones, formación de capital humano y usuarios. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEI, 2012, p. 31) [39].

5. Que se implementen los procedimientos administrativos o normativos, para garantizar el correcto funcionamiento del protocolo IPv6 en los dominios de nivel superior geográfico (ccTLD) de cada país miembro de la CITEI, sin

incremento de costos para los usuarios. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

6. Que bajo el esquema de “dar ejemplo”, los Entes de Regulación y Rectoríade Telecomunicaciones implementen proyectos piloto sobre IPv6 en sus sitios Web y plataformas de servicio a fin de incentivar al resto de organismos e instituciones públicas a implementar el nuevo protocolo. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

7. Que los Estados Miembros consideren la posibilidad de elaborar Estrategias Nacionales de IPv6, con el fin de garantizar una asignación suficiente y adecuada de direcciones IPv6 a cada Estado por parte de los RIR. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

8. Que los Estados Miembros estimulen la implementación IPv6 en el sector privado (necesidad de comunicarse con el Gobierno). (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

9. Que se ejecute las acciones y procedimientos administrativos y normativos necesarios con el fin de que los ISPs y Operadores, permitan en sus redes, plataformas y servicios la coexistencia de IPv4 - IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

10. Que los Estados Miembros de la CITEI ejecuten las acciones necesarias con el fin de que los Proveedores de Servicios de Internet (ISPs),

establezcan sus planes de direccionamiento, y en función de los mismos, inicien los trámites para la solicitud de recursos de direccionamiento (direcciones IP) IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

11. Que los Estados Miembros de la CITEL realicen campañas de sensibilización, difusión, capacitación y formación de IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

12. Que los Estados Miembros impulsen y financien proyectos tecnológicos con soporte IPv6. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].

13. Que se propenda a la adopción de IPv6 en redes de investigación y educación. (XX Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Telecomunicaciones/ Tecnologías de la Información y la Comunicación, CITEL, 2012, p. 32) [39].”

#### **4.4 Políticas públicas emitidas en torno a IPv6**

El MINTEL ha emitido dos acuerdos ministeriales que contienen las políticas públicas relacionadas a la Implementación de IPv6 en Ecuador.

Dichos Acuerdos Ministeriales son los siguientes:

**Acuerdo No. 007-2012**

En el Registro Oficial (R.O.) # 608 de dieciocho de Enero de dos mil doce, se publicó el Acuerdo Ministerial No. 007-2012.

“Considerando:

a) Que, con fecha 8 de Octubre de 2009, se realizó la reunión constitutiva de la fuerza de trabajo (Task Force) IPv6 – Ecuador, en al cual participaron delegados del Gobierno Ecuatoriano, representantes del sector de Telecomunicaciones, Entidades Educativas de nivel superior, miembros de la sociedad en general y expertos internacionales. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

b) Que, dentro de Plan de Acción Elac 2015, la meta 4 insta a los países miembros a colaborar y trabajar en forma coordinada con todos los actores regionales, incluidos los sectores académico y comercial, al comunidad técnica y las organizaciones que participan en el tema, como el Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe (LACNIC) y la Sociedad Internet (ISOC), entre otras, para que la región logre un amplio despliegue del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6), así mismo hace un llamado a implementar con brevedad planes nacionales que permitan acceder a los portales de servicios públicos gubernamentales de los países de la región a través de IPv6 y que las redes estatales trabajen de forma nativa con IPv6. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

c) Que, con fecha 3 de Febrero de 2011, el Registro de Direcciones Internet de América Latina y el Caribe (LACNIC), comunico que el stock central de direcciones IPv4 administrado por la IANA se agotó definitivamente, pues fueron entregados los últimos bloques disponibles de

direcciones IPv4 a cada uno de los cinco Registro Regionales de Internet (ROR) en todo el mundo y a partir de esas fecha únicamente se podrá acceder al stock con el que cuenta LACNIC. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

d) Que, es necesario que el MINTEL, como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, dentro de sus competencias, coordine con las entidades del sector la coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6 así como la transición a IPv6. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].”

En su parte resolutive se acuerda:

“1. Requerir a las Instituciones y Organismos del Sector Público, que implementen 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. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

1. Requerir a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), que en el plazo de 60 días contados a partir de la fecha de publicación del acuerdo, coordine los procedimientos administrativos y normativos necesarios para asegurar y garantizar la incorporación y correcto funcionamiento del protocolo IPv6 en el sistema de nombres de dominio bajo el código del país .ec, la misma calidad que los servicios ofrecidos



con IPv4, y sin incremento de costes para los usuarios. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

2. Requerir a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), que ejecute las acciones y procedimientos administrativos y normativos necesarios con el fin de que los Proveedores de Servicio de Internet ISPs y portadores nacionales, admitan en sus redes, plataformas y sistemas el curso normal de tráfico de IPv6 en coexistencia con IPv4. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].
3. Requerir a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), que ejecute las acciones necesarias con el fin de que los Proveedores de Servicios de Internet (ISPs), establezcan sus planes de direccionamiento, y en función de los mismos, inicien los trámites para la solicitud de recursos de direccionamiento IPv6. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].

Siendo como disposición transitoria que en el plazo de 90 días contados a partir de la publicación del acuerdo en mención, el MINTEL publicaría un plan de compras de equipamiento TIC con soporte IP para las entidades del sector público, el cual servirá como marco de referencia en los procesos de adquisiciones de infraestructura para garantizar el adecuado soporte de IPv6. (Acuerdo Ministerial 007-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [40].”

**Análisis Acuerdo No. 007-2012**

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, ha impulsado la adopción del nuevo protocolo fijando una política muy determinante y realista como lo es la implementación del protocolo IPv6 en todas las plataformas virtuales de los entes del Sector Público. Fomentando así, el despliegue en las empresas privadas del Ecuador, y a la vez generando nuevo tráfico IPv6 para que sea visible a nivel mundial.

La SENATEL como ente encargado de la ejecución de políticas de telecomunicaciones en el país, ha sido el encargado de coordinar y ejecutar todos los procedimientos y acciones para llevar a cabo la implementación de IPv6. Llamó a concurso consultoras especializadas para realizar el "Análisis, Despliegue, Consideraciones, Aplicaciones, Desarrollo y Adopción de la Transición y Coexistencia IPv4-IPv6", siendo Claupet Telecommunication la empresa a la que se le adjudicó referida consultoría.

Entre las recomendaciones que emitió Claupet Telecommunication estuvieron las siguientes:

- Capacitación técnica especializada para el personal de los departamentos IT.
- Foros, charlas y debates acerca de las condiciones en las que debería darse el despliegue del nuevo protocolo en el país y para compartir conocimientos adquiridos durante todo el proceso de adopción de IPv6.
- Incorporación de IPv6 en los equipos a adquirir, en los procesos de compras públicas.
- Incentivar a la empresa privada a adoptar el nuevo protocolo, poniéndolo como requisito en sus equipos o en nuevas redes a implementar, para cualquier licitación de servicios IT.

El resultado de esta consultoría fue, sin duda, un beneficio para el país ya que proporciona pautas para el despliegue. Sin embargo, debemos recordar que la responsabilidad de la implementación recae sobre la empresa privada, academia, comunidad, estado y proveedores. La mejor manera que tiene el estado de fomentar el despliegue es solicitando que su infraestructura de sistemas y comunicaciones utilice tanto IPv4 como IPv6 y que se incluya esta necesidad dentro de las bases de procesos de contratación para empresas públicas.

#### **Acuerdo No. 039-2012**

En el Registro Oficial (R.O.) # 805 de dieciocho de Enero de dos mil doce, se publicó el Acuerdo Ministerial No. 039-2012.

“Considerando:

a) Que, dentro de Plan de Acción Elac 2015, la meta 4 insta a los países miembros a colaborar y trabajar en forma coordinada con todos los actores regionales, incluidos los sectores académico y comercial, al comunidad técnica y las organizaciones que participan en el tema, como el Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe (LACNIC) y la Sociedad Internet (ISOC), entre otras, para que la región logre un amplio despliegue del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6), así mismo hace un llamado a implementar con brevedad planes nacionales que permitan acceder a los portales de servicios públicos gubernamentales de los países de la región a través de IPv6 y que las redes estatales trabajen de forma nativa con IPv6. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

b) Que, con Acuerdo No. 007-2012 de 18 de Enero de 2012, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información emitió

lineamientos de política pública vinculados con la incorporación de IPv6 en sitios web y aplicativos del sector público, en el ccTLD.ec y en el curso normal de tráfico IPv6 en las redes de ISPs y Portadores. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

c) Que, en la reunión No. XX, el Comité Consultivo Permanente de Telecomunicaciones CCPI CITELOEA aprobó las medidas regionales de fomento y adopción de IPv6 en la Región, las cuales fueron presentadas por Ecuador en Buenos Aires Argentina, el 19 de mayo de 2012, mediante documento No. 2608. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

d) Que, es necesario que el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, dentro de sus competencias, coordine con las entidades del sector público la coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].”

En su parte resolutive se acuerda:

“1. Aprobar las siguientes estrategias de acción para el fomento en la adopción y coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6 en todo el territorio nacional bajo las siguientes estrategias:

- a) El proceso de incorporación y adopción del protocolo de internet IPv6 en Ecuador, será 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. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

- b) Las Instituciones y organismos del Sector Público señalados en el Art. 225 de la Constitución de la Republica del Ecuador, deberán realizar las gestiones necesarias para que implementen sus sitios web y plataformas de servicios electrónicos, con el soporte y compatibilidad con el protocolo IPv6 de manera coexistente con el protocolo IPv4, en el plazo de un año contado a partir de la entrada en vigencia, del presente acuerdo. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].
- c) Las empresas públicas de telecomunicaciones, realizaran las acciones que correspondan, para que en el plazo de 45 días contados a partir de la publicación del presente acuerdo, admitan en sus redes, plataformas y sistemas el curso mal de tráfico de Ipv6 nativo en coexistencia con Ipv4. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].
- d) Incorporación del protocolo Ipv6 de forma existente con Ipv4 en los sitios web [www.mintel.gob.ec](http://www.mintel.gob.ec) y [www.conatel.gob.ec](http://www.conatel.gob.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. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].
- e) El Ministerio de Telecomunicaciones de la Sociedad de la Información organizará talleres, charlas , foros y jornadas teórico – prácticas sobre aspectos técnicos Ipv6, de carácter gratuito a lo largo del territorio nacional, con participación de expertos internacionales con amplia

experiencia en el despliegue real de IPv6. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

- f) El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en el plazo de 90 días contados a partir de la publicación del presente acuerdo, publicará el “Plan de recursos y adquisiciones de tecnología con soporte Ipv6”, el cual servirá como marco de referencia para inclusión del nuevo protocolo en los procesos de adquisición de infraestructura, servicios y aplicaciones para garantizar el adecuado soporte de Ipv6 tanto en el sector público como privado. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].”

Como única disposición transitoria se determinó que en el plazo de 180 días contados a partir de la publicación del presente acuerdo, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, realizaría la primera evaluación sobre la adopción e incorporación del protocolo IPv6 en las Entidades del Sector público y empresas públicas de Telecomunicaciones. (Acuerdo Ministerial 039-2012, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012) [41].

#### **Análisis Acuerdo No. 039-2012**

En el literal 1.ase hace mención al proceso de incorporación y adopción de IPv6 dentro del Plan Nacional de Banda Ancha [41].

Como seguimiento en Noviembre de 2011, el Mintel emitió el Plan Nacional de Banda Ancha, el cual incluyó la transición a IPv6 como parte de la Estrategia Ecuador Digital 2.0 [41].

Este Plan Nacional de Banda Ancha tiene como objetivos los siguientes puntos:

- Mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos mediante el uso, introducción y apropiación de las nuevas tecnologías de información y comunicación.
- Incrementar el uso y apropiación de TIC en Educación y en todos los sectores productivos de la sociedad, como Salud, Seguridad, MiPYMES, Servidores Públicos etc.
- Permitir a todos los ecuatorianos independientemente de su condición socio-económica y ubicación geográfica el acceso a los servicios de banda ancha con calidad y calidez.
- Impulsar el despliegue de redes y servicios a nivel nacional.
- Crear condiciones de mercado para desarrollo de la Banda Ancha [41].

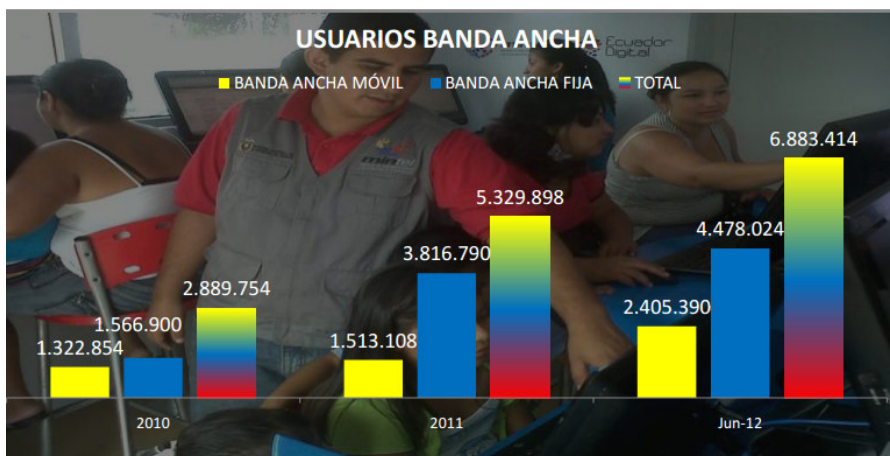
Entre las metas fijadas por el MINTEL, tenemos las siguientes:

- Al 2014 decrementar significativamente (al menos 20%) el precio del Kbps.
- Al 2015 incrementar en 80% las MIPYMES conectadas a Banda Ancha.
- Al 2015 lograr que la mayoría de parroquias rurales tenga conexión a Banda Ancha.
- Al año 2015 incrementar al menos en %50 los hogares ecuatorianos del Quintil 1 y 2 con acceso a Banda Ancha.
- Al 2015 incrementar al menos en 60% los hogares ecuatorianos con acceso a Banda Ancha.
- Al 2016 triplicar el número de conexiones a Banda Ancha.
- Al 2017 alcanzar al menos el 75% de la población ecuatoriana con acceso a Banda Ancha [41].

Con el objetivo de alcanzar las metas y lograr una masificación del uso de la Internet en los hogares, se debe tomar en cuenta y registrar la gran cantidad de direcciones IP que se necesitarían para lograr la conectividad desde cualquier lugar del país.

Con el Plan Nacional de Banda Ancha se intenta asegurar la infraestructura y conectividad a Internet para todos los ecuatorianos, por lo tanto se precisa de un proyecto basado en redes que soporten su operatividad en IPv6.

En la Figura 4.1 se muestra el crecimiento de los usuarios de Banda Ancha en los años 2010 a 2012. Siendo 6'883.414 los usuarios que acceden a través de enlaces de Banda Ancha hasta Junio de 2012.



*Fuente: IPv6 en Ecuador, por el MINTEL, Mayo 2012, p.15*

**Figura 4.1: Usuarios de Banda Ancha en Ecuador**

Tomando en cuenta el crecimiento imparable del uso de banda ancha en nuestro país, es de vital importancia incluir políticas de IPv6 que aseguren la continuidad y mejora de acceso mediante banda ancha por parte de los ciudadanos.



Se determinó la obligatoriedad de que las páginas web institucionales [www.mintel.gob.ec](http://www.mintel.gob.ec), [www.conatel.gob.ec](http://www.conatel.gob.ec) y [www.senatel.gob.ec](http://www.senatel.gob.ec), así como todos los sitios web del sector público cuenten con el formato de protocolo de internet IPv6.

Actualmente se trabaja con el método de transición de Doble Pila (Dual Stack), al acceder a una página web que trabaja con ambos protocolos se intenta conectar a los servidores de IPv4 e IPv6, primero al de IPv6 y como segunda opción el de IPv4.

#### **4.5 Visión del MINTEL para impulsar la implementación de IPv6.**

Mediante Decreto Ejecutivo No. 8 de 13 de agosto del 2009, publicado en el Registro Oficial No. 10 de 24 de agosto del 2009, el señor Presidente Constitucional de la República resolvió crear el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, como órgano rector del desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación, responsable de emitir las políticas, planes generales y realizar el seguimiento y evaluación de su implementación; impulsando la revolución tecnológica, a través de la implementación de nuevas tecnologías que benefician a todos los usuarios de la red de manera innovadora y permiten construir una Sociedad de la Información más incluyente y transformadora. (Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].

Las Estrategias para la Coexistencia y Adopción de IPv6 en Ecuador son las siguientes:

- Fomentar la Adopción de Entidades Estatales iniciando por el Ente de Regulación y Ente Rector de Telecomunicaciones y TIC (dar ejemplo).
- Integración y cooperación del sector público, sector privado, academia y sociedad civil
- Propender a la actualización de infraestructura y soporte IPv6.

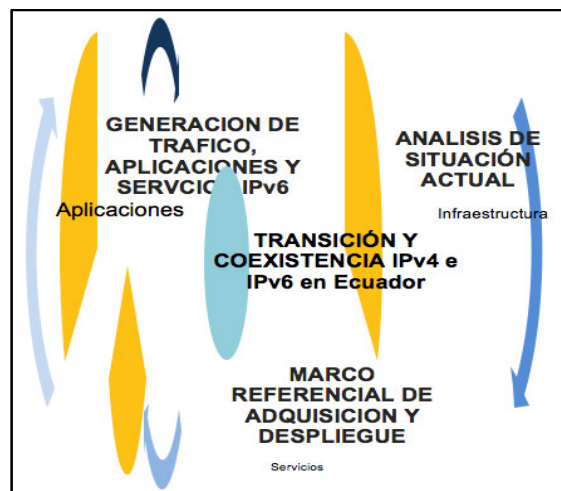
- Estimular la implementación IPv6 en sector privado (necesidad de comunicarse con el Gobierno).
- Sensibilización, difusión, capacitación y formación de IPv6, Laboratorios de desarrollo
- Impulso y financiamiento de proyectos tecnológicos con soporte IPv6
- Adopción de IPv6 en redes de investigación y educación.
- Implementación de plataformas y contenidos para acceso a IPv6.

*Fuente: (Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].*

Durante la realización de LACNIC XVII, efectuado del 6 al 11 de Mayo de 2012 en Quito, se llevó a cabo el Foro Latinoamericano de IPv6 (FLIPv6). Entre las presentaciones realizadas durante el evento, Augusto Espín, Viceministro del MINTEL planteó las metodologías para coexistencia y transición, los vectores de actuación política pública en Ecuador, así como también el modelo de implementación en el sector público y estructura del programa a desarrollarse.(Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].

#### **4.5.1 Metodologías para y Coexistencia y Transición**

1. Establecimiento de metas para la implementación de planes de transición con tiempos definidos.
2. Generación de marcos referenciales de adquisición (Hardware, Software, Recursos, Aplicaciones, etc.) y planes de direccionamiento para el soporte adecuado de IPv6. (Figura 4.2).
3. Impulso para la generación de contenidos, aplicaciones y servicios con soporte sobre IPv6 .
4. Flujo y tráfico normal de IPv6 coexistente con IPv4 sin incremento de costes y transparente al usuario.



Fuente: IPv6 en Ecuador, por el MINTEL, Mayo 2012, p.8

**Figura 4.2: Metodología para y Coexistencia y Transición**

Fuente: (Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].

#### 4.5.2 Vectores de Actuación de Política Pública en Ecuador

- Gobierno: Servicios, aplicativos, plataformas y capital humano en IPv6.
- Sector educativo: Impulso para estudio, formación y especialización en IPv6. Laboratorios de ensayo y participación
- Proveedores: Implementación de infraestructura necesaria para curso normal y soporte de tráfico IPv6.
- Desarrolladores: Generación de contenidos
- Aplicaciones: Desarrollo de pruebas de estabilidad de aplicaciones
- Usuarios: Acceso a nuevos contenidos y aplicaciones de manera transparente.

Fuente: (Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].

#### **4.5.3 Modelo de implementación en el Sector Público**

- Planeamiento a partir de la situación actual.
- Revisión de modelo de gestión y plan de adquisición por tipo de servicios e institución.
  - Diseño por capas de aplicación
  - Hardware, software, mantenimiento
  - Actualizaciones, comunicaciones
- Buenas Prácticas comunes para actualización de soporte e infraestructura.
  - Identificar y planificar necesidades para implementación
  - Evolución del mercado
  - Definir las características de financiamiento y cronogramas
- Modelos de Establecimiento.
  - Capacitación, Puesta en marcha

*Fuente: (Acuerdo No.181, MINTEL, 2011) [43].*

#### **4.5.4 Estructura del Programa a desarrollarse en Ecuador**

En la siguiente Figura 4.3 se muestra la estructura del programa a desarrollarse en Ecuador:



*Fuente: IPv6 en Ecuador, por el MINTEL, Mayo 2012, p.11*

**Figura 4.3: Estructura del Programa a desarrollarse en Ecuador**

## 4.6 Entidades con visibilidad IPv6 en Ecuador

### 4.6.1 Proveedores de Internet

Entre los ISPs que proveen tránsito IPv6 nativo están Telconet y Transnexa

#### Telconet

Telconet es la única red en el país para manejo de IPv6 e Internet. (Figura 4.4). La Red Académica Avanzada del Ecuador opera sobre la Red Nacional NGN (New Generation Network) de Telconet, uniendo las principales Universidades, Escuelas Politécnicas, organizaciones de ciencia y tecnología del país con plataformas de fibra óptica de capacidades de 1 Gbps. (Telconet, n.f., pár. 1) [44].



Fuente: TELCONET (2012), Internet 2. <http://www.telconet.net/index.php/es/nuestros-servicios-2/internet-2>

**Figura 4.4: Red Nacional NGN de Telconet**

Entre las ciudades que TELCONET ya ha implementado el nuevo protocolo están: Guayaquil, Quito, Milagro, Ambato, Riobamba, Ibarra, Cuenca, Guaranda, Loja. (Telconet, n.f., p. 5) [44].

### Transnexa

A finales del mes de Febrero de 2011, Transnexa adquirió el bloque IPv6 2800:6600::/32 a través de LACNIC, y hasta el mes de mayo de ese mismo año, 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. (Transnexa, 2012, p. 6) [45].

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. (Transnexa, 2012, p. 6) [45].

#### **4.6.2 Sector Académico**

##### **Universidad Técnica Particular de Loja**

Se encuentra implementado IPv6 en todo el campus y se ha levantado un Tunnel Brocker para acceder a internet comercial sobre IPv6. En cuanto a la red de datos privada de 7 ciudades del país, se está en proceso de implementación.

##### **Universidad Nacional de Loja**

La Universidad Nacional de Loja, cree que la implementación del IPv6 en la red de datos es esencial para la apertura de Internet, sea por resultado de una investigación o por actualizaciones constantes. En la Universidad Nacional de Loja, se encuentra implementado IPv6 en los principales servicios de Internet (Web, email, dns, dhcp, entre otros), con salida hacia internet comercial sobre IPv6 nativa. En cuanto a los usuarios finales, está en proceso de implementación.

##### **Escuela Superior Politécnica del Litoral**




























En la Escuela Superior Politécnica del Litoral, IPv6 ya se encuentra implementado en el backbone de la red (en cada uno de los switches de distribución de todas las facultades). Entre los servicios que ya tienen habilitado el protocolo están los servidores de correo, y algunos servidores web. Todos apuntando a implementar en un futuro cercano, IPv6 nativo; ya que actualmente se encuentran usando el método dual stack.

#### **4.7 Estadísticas de IPv6 en Ecuador**

Se puede ver a continuación en la Tabla 4.1 el número de prefijos visibles (V), es decir prefijos vistos por los distintos ISPs de un país, así como el número total de prefijos asignados por el respectivo RIR en cada país (A) y por último el número de prefijos visibles con respecto al número global de

prefijos asignados (VP). Se puede ver que Ecuador se encuentra en la posición 54 de 185 países en total con 20 prefijos vistos y 43 asignados, lo que da como resultado un porcentaje de 0,12%. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 6*) [46].

**Tabla 4.1: Estadística de IPv6 en Ecuador**

Pos	Flag	Country	V	A	VP
1		United States	1278	3175	7.42%
2		Brazil	50	1139	0.29%
3		Germany	506	963	2.94%
4		United Kingdom (Great Britain)	350	888	2.03%
5		Russia	298	742	1.73%
6		Australia	178	638	1.03%
7		Netherlands, The	318	591	1.85%
8		France	237	512	1.38%
9		Sweden	223	407	1.29%
10		Japan	205	405	1.19%
38		Colombia	22	79	0.13%
39		Thailand	32	74	0.19%
40		Mexico	21	74	0.12%
41		Hungary	28	73	0.16%
42		Taiwan	28	70	0.16%
43		Bangladesh	22	68	0.13%
44		Bulgaria	42	62	0.24%
45		Slovakia	29	61	0.17%
46		Philippines	15	61	0.09%
47		Chile	15	60	0.09%
48		Greece	18	48	0.10%
49		Europe	16	46	0.09%
50		Portugal	17	44	0.10%
51		Saudi Arabia	16	44	0.09%
52		Luxembourg	23	43	0.13%
53		Costa Rica	13	43	0.08%
54		Ecuador	20	43	0.12%

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, pár. 4,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/all/?country=ec>



En la Tabla 4.2 se pueden apreciar tanto los prefijos de IPv6 visibles como los asignados por este LACNIC en Ecuador.

La base de datos tiene actualmente 41 prefijos gratuitos predeterminados DFPs de IPv6. De los cuales 1 (2,44%) se devolvieron a LACNIC y 19 (46,34%) de DFPs carecían de una entrada de direccionamiento. Por lo tanto, 21 (51,22%), redes están correctamente anunciadas. 1 (2.44%), de las redes solicitaron prefijos de /35, mientras que se asignaron a /32. (*IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, p. 21*) [46].

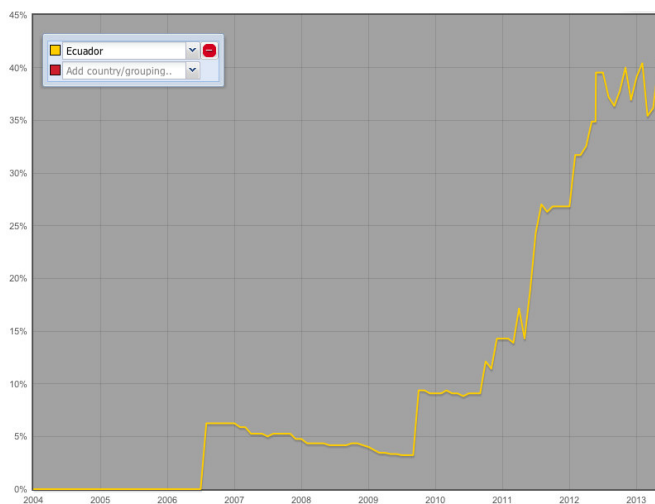
**Tabla 4.2: Prefijos DFPs de IPv6 por LACNIC en Ecuador**

LG	Prefix	tid	NetName	Owner	AS	S	Allocated	First seen	Seen by	Last seen (*)
LG	2001:13c7:6006::/48		EC-AEPR-LACNIC	Aeprovi	19169	A	2008-12-05	2009-09-17 02:17:32	96%	2013-06-14 03:49:01
LG	2001:13c7:6f00::/40		EC-AEPR-LACNIC	Aeprovi	19169	A	2009-10-09	2009-10-14 19:32:33	96%	2013-06-14 03:49:01
LG	2800:68::/32		EC-CEDI-LACNIC	CEDIA		A	2006-07-19	2006-10-11 00:47:21	38%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:130::/32		EC-UTPL-LACNIC	Universidad Tecnica Parti...	19169	A	2007-06-07	2007-11-14 15:47:26	93%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:2a0::/32		EC-TESA-LACNIC	Telconet S.A	19169	A	2008-09-08	2010-09-22 18:17:43	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:2f0::/32		EC-ETSA-LACNIC	ETAPATELECOM S.A.		A	2009-01-16		0%	never
LG	2800:370::/32		EC-ANSA-LACNIC	CORPORACION NACIONAL DE T...		A	2009-06-04	2011-06-06 17:48:04	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:400::/32		EC-ETAP-LACNIC	ETAPA		A	2009-11-16		0%	never
LG	2800:430::/32		EC-CONE-LACNIC	CONECEL	23487	A	2010-01-12	2011-06-03 20:18:28	92%	never 2013-06-14 03:49:10
LG	2800:440::/32		EC-ECTE-LACNIC	Ecuadortelecom S.A.		A	2010-01-21		0%	never
LG	2800:4f0::/32		EC-EASA-LACNIC	EasyNet S.A.		A	2010-08-03	2011-06-09 03:03:07	0%	2012-09-13 20:19:08
LG	2800:5f0::/32		EC-PUSA-LACNIC	RUNTONET S.A.		A	2011-02-03	2011-06-22 00:48:06	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:660::/32		EC-TSEH-LACNIC	TRANSNEXA S.A. E.M.A.		A	2011-02-17	2011-06-03 11:03:08	0%	2013-02-17 12:34:19
LG	2800:830::/31		EC-OTSA-LACNIC	Otecel S.A.		A	2011-05-02	2012-03-22 08:48:13	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:9a0::/32		EC-SATN-LACNIC	Satnet		R	2011-08-10	2012-05-22 19:48:34	0%	2012-07-02 19:34:32
LG	2800:9a0::/29		EC-SATN-LACNIC	Satnet		A	2012-07-06	2013-04-10 05:34:23	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:b30::/31		EC-NASA-LACNIC	NEW ACCESS S.A.		A	2011-11-07	2013-04-24 15:49:25	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:bf0::/32		EC-TRSA7-LACNIC	Transtelco S.A.		A	2011-12-07		0%	never
LG	2800:c10::/32		EC-CNSA-LACNIC	Comm & Net S.A.		A	2011-12-07	2012-04-12 18:48:13	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2800:c40::/32		EC-PASA3-LACNIC	PACIFICBUSINESS S.A.		A	2011-12-19		0%	never
LG	2801:0:20::/48		EC-ESPL-LACNIC	Escuela Superior Politecn...	19169	A	2009-01-02	2011-03-31 09:03:18	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2801:0:60::/48		EC-NISA-LACNIC	NIC.EC S.A.	19169	A	2010-08-19	2012-04-05 23:03:23	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2801:0:61::/48		EC-NISA-LACNIC	NIC.EC S.A.		A	2012-04-18	2012-07-11 01:34:31	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2801:0:62::/48		EC-NISA-LACNIC	NIC.EC S.A.		A	2012-04-18	2012-07-04 18:34:31	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2801:0:63::/48		EC-NISA-LACNIC	NIC.EC S.A.		A	2012-04-18		0%	never
LG	2801:0:270::/48		EC-EPNA-LACNIC	Escuela Politecnica Nacio...	19169	A	2012-01-18	2012-09-22 14:19:16	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2801:0:410::/48		EC-BASA3-LACNIC	BPAAC AMERAFIN S.A.		A	2012-10-29		0%	never
LG	2801:0:420::/48		EC-TLAE-LACNIC	Tame Linea Aerea del Ecu...		A	2012-12-12		0%	never
LG	2801:0:4d0::/48		EC-BPMA-LACNIC	Bco. Pichincha Matriz		A	2013-06-03		0%	never
LG	2801:15::/48		EC-UTEQ-LACNIC	Universidad Tecnologica E...		A	2013-02-27		0%	never
LG	2801:19:8000::/48		EC-BALO1-LACNIC	BANCO DE LOJA		A	2013-04-30		0%	never
LG	2801:1e::/48		EC-BBCA-LACNIC	Banco Bolivariano C.A.		A	2013-01-09		0%	never
LG	2803:b00::/32		EC-ECUAS-LACNIC	Ecuonline		A	2013-04-30		0%	never
LG	2803:2200::/32		EC-NOVA-LACNIC	NOVANET	19169	A	2012-06-04	2012-08-27 22:05:04	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2803:2e00::/32		EC-UNSA1-LACNIC	Univisa S.A.	19169	A	2012-09-05	2013-06-07 22:49:08	95%	2013-06-14 03:49:10
LG	2803:3c00::/32		EC-BTSA1-LACNIC	BRIDGE TELECOM S.A.	19169	A	2012-05-24	2012-07-28 01:19:41	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2803:4e00::/32		EC-STEC1-LACNIC	Stealth Telecom del Ecuad...	28058	A	2012-04-19	2012-06-07 20:03:30	94%	2013-06-14 03:49:10
LG	2803:6a00::/32		EC-GISA-LACNIC	GILAUCC S.A.		A	2012-07-09		0%	never
LG	2803:8300::/32		EC-GRBR2-LACNIC	GRUPO BRAVGO		A	2013-03-18		0%	never
LG	2803:8a00::/32		EC-EOLE-LACNIC	Ecuador On Line (Eolnet)	19169	A	2012-07-06	2012-07-16 21:49:31	0%	2012-10-19 04:34:18
LG	2803:a400::/32		EC-PASA-LACNIC	PANCHONET S.A		A	2012-03-23		0%	never

Fuente: *IPv6 deployment and tunnel Boker, SixXS, 2013, p. 6,*

<http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/all/?country=ec>

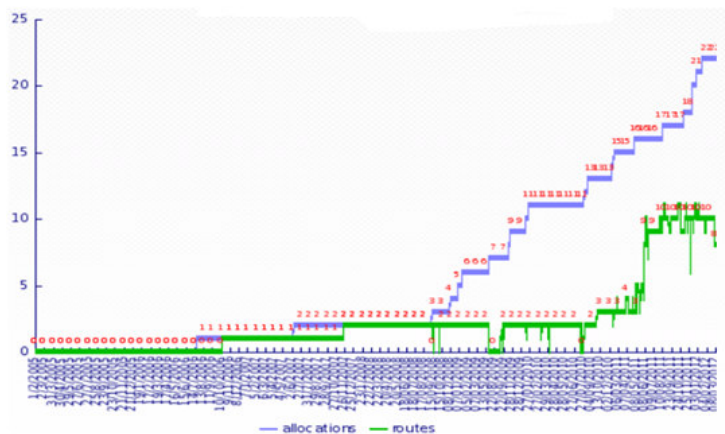
En base a los sistemas autónomos de los países que utilizan los archivos de estadísticas RIR se evaluó la exactitud de la cartografía mostrada en la Figura 4.5 en la cual se aprecia el porcentaje de redes (ASes) que anuncia el prefijo IPv6 para el caso particular de Ecuador.



Fuente: IPv6 Enabled Networks, RIPE NCC, 2013, <http://v6asns.ripe.net/v/6?s=EC>

**Figura 4.5: Porcentaje de redes que anuncia un prefijo IPv6 para Ecuador**

A continuación, veremos el número de direcciones que se le han asignado a Ecuador versus la cantidad de direcciones ruteadas. En la figura 4.6 se puede visualizar que más de la mitad de direcciones que le han sido asignadas aún no han sido ruteadas.



Fuente: IPv6 Enabled Networks, RIPE NCC, 2013, <http://v6asns.ripe.net/v/6?s=EC>

**Figura 4.6: Número de direcciones asignadas versus direcciones ruteadas en Ecuador**

## **CAPÍTULO 5**

### **LINEAMIENTOS PARA IMPULSAR EL DESPLIEGUE DE IPv6 EN ECUADOR**

#### **5.1 Plan de Acción para impulsar el despliegue de IPv6 a ser considerado por el MINTEL**

A lo largo del desarrollo de esta tesis se han analizado, en los distintos capítulos, los detonantes que han impulsado la necesidad imperiosa de implementar el nuevo protocolo de Internet, IPv6, en las redes e infraestructuras de las diversas instituciones tanto públicas como privadas a nivel mundial.

Se ha analizado la situación actual de los países que han tomado acciones para la transición a IPv6 y las experiencias de aquellos que han liderado y establecido el cambio mediante planes de fomentación e implementación a cargo de los distintos Gobiernos.

Se muestran las estadísticas del nivel de adopción de IPv6 en cada país a nivel mundial en base a los bloques de direccionamiento IPv6 solicitados a cada RIR.

Se ha indicado y detallado las normas y recomendaciones referentes a la adopción de IPv6 que han establecido importantes instituciones como la UIT y la CITEL a nivel mundial; así también las políticas en torno a IPv6 emitidas a nivel Nacional mediante Acuerdos Ministeriales.

A continuación en la Figura 5.1 se muestra el entorno de la temática investigada en los capítulos anteriores:



**Figura 5.1: Entorno de la implementación del IPv6 en el Ecuador.**

El Plan de Acción que se propone en esta tesis para la fomentación, implementación y despliegue del IPv6 en Ecuador se compone de tres etapas: Preparación, Transición e Implementación.

Para iniciar el proceso de transición de protocolo IPv4 a IPv6 en Ecuador, se requiere de un Plan de Acción que contemple dinamizar la incorporación del IPv6.

Se espera reforzar la seguridad de la información y la conectividad, logrando así una mejor y más sencilla administración de las redes de las distintas instituciones.

El Plan de acción que se propone en esta tesis para la fomentación, implementación y despliegue del IPv6 en Ecuador se compone de tres etapas: preparación, transición e implementación. El Plan de Acción se presenta en la figura 5.2.



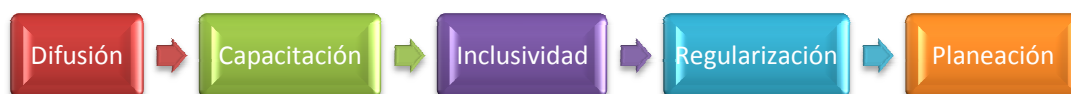
## Figura 5.2: Esquema del Plan de Acción de IPv6 en Ecuador

Inicialmente, se plantea ejecutar este plan en los Ministerios y diversas Instituciones públicas, siendo un proceso que pueda luego aplicarse en la empresa privada.

A continuación se expondrá en detalle cada una de las etapas.

### Etapa 1: Preparación

La etapa de Preparación para la transición a IPv6 consiste en planificar, dirigir y administrar las instituciones en las siguientes actividades según se muestra en la Figura 5.3:



**Figura 5.3: Actividades de la etapa de Preparación**

#### *DIFUSIÓN*

- Desarrollo en conjunto con los diferentes sectores TIC (academia, ISP, Gobierno, Industria, etc.), actividades de difusión sobre la problemática del agotamiento de las direcciones IPv4 y la importancia de la pronta adopción del IPv6.
- Sensibilización en usuarios de Internet masivo:  
Se logrará 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.
- Dentro de la página web de IPv6 del MINTEL, se debería incluir foros de temas informativos acerca del IPv6 a fin de dar apertura a la libre opinión de los ciudadanos.

### *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.

- Necesidad de capacitación y entrenamiento:  
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 necesita que el personal de las distintas entidades se encuentre debidamente entrenado para el manejo de los mismos en el trabajo diario y troubleshooting.
- Formación en IPv6:  
Consistiría en efectuar jornadas teórica-prácticas de participación gratuita y en todo el territorio nacional. Se comenzará con las



principales ciudades del país, para en lo posterior llegar a la mayoría de ciudades del país. Serán jornadas orientadas tanto a administradores de redes y sistemas como desarrolladores de aplicaciones y contenido informático en general , así como también a ejecutivos de todo tipo de empresas, dado que es imprescindible que asuman la importancia del despliegue de IPv6 y las implicaciones para su negocio en caso de no hacerlo.

Se requiere de la preparación de los funcionarios de los organismos reguladores en telecomunicaciones (como es el caso del MINTEL, SENATEL, CONATEL, entre otros) de manera que no solo incentiven la adopción, sino también estén en la capacidad de brindar soporte ante políticas y el control del uso del nuevo direccionamiento.

- Creación del Centro Técnico de IPv6:  
Su creación 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.

### *INCLUSIVIDAD*

- Generar concertación entre la academia, usuarios, sector de las TIC, entes regulatorios de índole nacional e internacional, sociedad y gobierno, para lograr en menor tiempo la adopción de IPv6 en Ecuador.

- 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. La evidente entrada de tecnologías basadas en IP, como el caso de LTE en las redes móviles, requerirá de profesionales con conocimientos 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), deberían 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.

### *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.

- Revisión de política de compras:  
Las instituciones deben asegurarse de la incorporación de IPv6 como característica principal en sus guías de compras de equipos reformativos.
- 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.

### *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.  
Para esto se necesita que la entidad tenga pleno conocimiento de su situación con IPv6 y, con esta información, pueda preparar un calendario de transición más apegado a su realidad.

En la actualidad, existen muchos productos compatibles con IPv6 que pueden ser utilizados al adoptar IPv6.

- Actualización de aplicaciones:  
Las instituciones deben determinar la prioridad de actualización de aplicaciones específicas. Se debe tener en cuenta que tan importante

es la aplicación, de tal manera que la actualización no afecte la prestación de servicios.

Se entiende por actualización los cambios que se deberían efectuar tanto en software como en hardware.

- **Instalación progresiva de equipos con capacidad IPv6:**  
Las entidades pueden iniciar el reemplazo de sus equipos con capacidad de operación en IPv4, como parte del ciclo de actualización de las TIC durante esta etapa.
- **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.

## **Etapa 2: 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 siguientes actividades según se muestra en la Figura 5.4:



**Figura 5.3: Actividades de la etapa de Transición**

### *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.

### *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.

Las instituciones deben dar prioridad en el proceso de transición a IPv6, a los equipos de la red troncal. Es decir, el primer segmento en ser incluido en este proceso deben ser los equipos de mayor capacidad y relevancia ya que de ellos depende el resto de jerarquías de la red. Los demás segmentos de la red podrían ser configurados a medida que esto sea necesario, mediante un plan de transición diseñado por cada entidad:

- 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.

#### *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.

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.

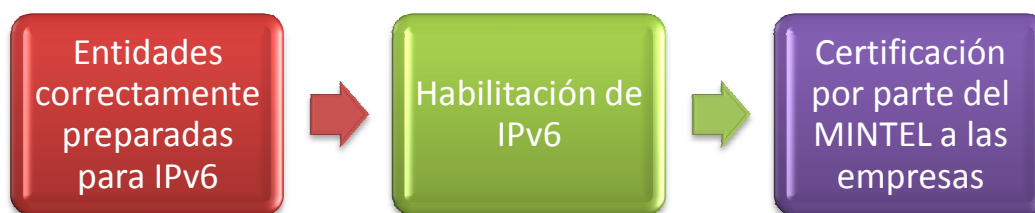
Las entidades se deberían comprometer a la transición progresiva de los equipos que en la actualidad operan solamente con IPv4, a IPv6. Adicionalmente, las actualizaciones tanto de hardware como software deben realizarse como parte de los ciclos de actualización regulares propios de cada institución.

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 incidencias que afecten a los servicios con los que se trabajará.

Es importante recalcar que las actividades de la etapa 1 y 2 no son excluyentes sino que se pueden trabajar en paralelo si así lo prefiere la institución.

### **Etapa 3: Implementación**

En la etapa de implementación para el posterior despliegue del IPv6, se necesita información por parte de las entidades de qué tan preparadas se encuentran para comenzar en sus operaciones con IPv6. Esta etapa comprende las siguientes actividades según se muestra en la Figura 5.5.



**Figura 5.4: Actividades de la etapa de Implementación**

#### *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.

#### *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.

#### *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 5.1 un cronograma con los tiempos estimados y fechas tentativas de cada fase del proceso propuesto:

**Tabla 5.1: Cronograma propuesto para la implementación de IPv6**

<b>Etapas</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Fechas tentativas</b>
Preparación	4 meses	Enero 2014 – Mayo 2014
Transición	6 meses	Mayo 2014 – Noviembre 2014
Implementación	1 año	Noviembre 2014 – Noviembre 2015



## CONCLUSIONES

1. IPv6, la nueva versión del protocolo de Internet, resuelve el agotamiento de direcciones del protocolo actual, IPv4, y cualquier organización que no planifique con urgencia la incorporación de IPv6 en sus plataformas virtuales (páginas web, aplicaciones electrónicas, etc.), podría incurrir en pocos meses, en pérdidas para su negocio al no ser accesible por usuarios de Internet.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. La industria de software con IPv6 deber ir creciendo, sin embargo la industria de hardware de consumo masivo nacional es prácticamente inexistente.

6. La implementación del protocolo IPv6 por parte de los proveedores de servicios de internet requiere una alta inversión y existe una carencia de recursos económicos.
7. 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.
8. La falta de conocimiento acerca de IPv6 es el principal obstáculo para su implementación. Existe una deficiente difusión por parte de las autoridades competentes.
9. 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 educación, y consecuentemente se llevará a cabo una convergencia tecnológica.

## RECOMENDACIONES

1. Para asegurar una transición exitosa, los diferentes actores de la industria deberían realizar acciones como por ejemplo:
  - Los proveedores de Internet deberán 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. El Gobierno, a través de MINTEL, teniendo en cuenta sus diversos organismos regulatorios, debería dictar normas para programar las fechas previstas en este documento en el proceso de implementación del IPv6 en el Ecuador.
  
3. A través del Centro Técnico de IPv6 propuesto en esta tesis, se debería lograr un mayor involucramiento del Gobierno, la Industria, y Academia ante la problemática que representa la implementación de IPv6 en el Ecuador.

## BIBLIOGRAFIA

[1] ALADI (2003). La brecha digital y sus repercusiones en los países miembros de la ALADI. Obtenido en Mayo 17, 2013, de [http://www.itu.int/wsis/newsroom/coverage/publications/docs/aladi\\_brecha\\_digital-es.pdf](http://www.itu.int/wsis/newsroom/coverage/publications/docs/aladi_brecha_digital-es.pdf)

[2] 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, de

<http://www.un.org/wcm/content/site/chronicle/cache/bypass/lang/es/home/archive/issues2011/thedigitaldividend/wsisandthebroadbanddivideobstaclesandsolutions?print=1>

[3] Unión Internacional de las Telecomunicaciones (2012). Resumen Ejecutivo 2012: Medición de la Sociedad de la Información. Obtenido en Mayo 16, 2013, de [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICTOI-2012-SUM-PDF-S.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICTOI-2012-SUM-PDF-S.pdf)

[4] Touré, H Dr (2010). El crecimiento espectacular del volumen de datos y deservicios mundiales crea nuevos problemas en la reglamentación de las TIC. Obtenido en Mayo 17, 2013, de [http://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2013/14-es.aspx#Uj9CORZ95EQ](http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2013/14-es.aspx#Uj9CORZ95EQ)

[5] Unión Intenacional de Telecomunicaciones (2012). Trends in Telecommunication Reform 2013: Transnational aspects or regulation in a network society. Obtenido en Mayo 26, 2013, de [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/reg/D-REG-TTR.14-2013-SUM-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/reg/D-REG-TTR.14-2013-SUM-PDF-E.pdf)

[6] 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>

[7] Tovar, R. (2010). Telecomunicaciones ¿y la competencia?. Obtenido en Mayo 4, 2013,

de <http://www.cnnexpansion.com/opinion/2010/09/13/telecomunicaciones-y-la-competencia>. Bejar, E. (2011).

[8] Cisco (2012). Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017. Obtenido en Mayo 6, 2013, de Cisco Visual Networking Index.

[9] INEC (2011). Censo 2010. Obtenido en Junio 10, 2013, de la INEC.

[10] NRO (2011). Archive of Ceremony and Press Conference. Obtenido en Junio 12m 2013, de <http://www.nro.net/media-center/video-archive-3-february-2011>.

[11] Unión Internacional de Telecomunicaciones, Bienvenido al sitio web de IPv6. Obtenido en Junio 15, 2013, de <http://www.caminogeek.com/bienvenido-ipv6-dia-mundial-del-lanzamiento-de-la-transicion-al-estandar-ipv6/>

[12] IETF (n.d). Getting Started in the IETF. Obtenido en Mayo 20, 2013, de <http://www.ietf.org/newcomers.html#structure>.

[13] Internet Society (2007). El crecimiento de Internet - Escasez de direcciones IP. Obtenido en Mayo 21, 2013, de [el\\_crecimiento\\_de\\_internet\\_y\\_la\\_escasez\\_de\\_ips.pdf](#).

[14] Dueñas, J. (n.d.). Introducción a IP versión 4. Obtenido en Mayo 12, 2013, de <http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/introduccion-ipv4>.

[15] Lacnic (2013). Manual de Políticas: Direcciones IPv4. Obtenido en Mayo 22, de <http://www.lacnic.net/web/lacnic/manual-2>

[16] 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)

[17] IPV6 (2011). Protocolo Internet Versión 6 (IPv6). Obtenido en Junio 30, 2013, de <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm>.

[18] Millán, R. (2001). El Protocolo IPv6. Obtenido en Julio 1, de [http://www.ramonmillan.com/tutoriales/ipv6\\_parte1.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/ipv6_parte1.php)

[19] IT Soluciones (2012). Mundo Visión TV – NET. Obtenido en Julio 2, de <http://mundo-tvnet.com/portfolio/ipv6/>

- [20] EURO6IX (n.d.). Aspectos legales del nuevo protocolo de internet. Obtenido en Julio 8, 2013, de [ipv6legalaspects.pdf](#)
- [21] 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>
- [22] 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
- [23] Internet Assigned Numbers Authority (2002). Introduction to IANA. Obtenido en Mayo 16, 2013, de <http://www.iana.org/IntroductiontoIANA>
- [24] Internet Assigned Numbers Authority (2002). Domain Name Services. Obtenido en Mayo 16, 2013, de <http://www.iana.org/domains>
- [25] Internet Assigned Numbers Authority (2002). Number Resources. Obtenido en Mayo 16, 2013, de <https://www.iana.org/numbers>
- [26] Internet Assigned Numbers Authority (2002). Protocol Registries. Obtenido en Mayo 16, 2013, de <https://www.iana.org/protocols>
- [27] 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>
- [28] LACNIC (2013). Manual de Políticas Lacnic. Obtenido en Junio 15, 2013, de <http://www.lacnic.net/documents/10834/21254/manual-politicas-sp-1.11.pdf>
- [29] IPv6 Forum (n.d.). Obtenido en Mayo 13, 2013, de <http://www.boundv6.org/?page=about>
- [30] North American IPv6 Task Force (2011). Obtenido en Mayo 13, 2013, de <http://www.nav6tf.org/>
- [31] Palet, J. (2011). Plan de fomento para la incorporación del protocolo de internet versión IPv6 en España. Obtenido en Julio 6, 2013, de [jordi\\_palet\\_IPv6\\_en\\_gobiernos\\_y\\_resultados\\_v1.pdf](#)

- [32] LAC IPv6 TF. (2013). FLIP6 – Foro Latinoamericano de IPv6. Obtenido en Julio 10, 2013, de <http://portalipv6.lacnic.net/flip-6-lac-ipv6-tf/>.
- [33] PORTAL IPv6. (2012). Gobiernos relacionados con acciones gubernamentales pro IPv6. Obtenido en Julio 24, 2013, de <http://portalipv6.lacnic.net/es/ipv6/ipv6-en/gobierno>
- [34] IPv6 Portal. (2012). Mecanismos de transición. Obtenido en Julio 26, 2013, de <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion/>
- [35] IPv6 Transition. (2012). RIPE NCC. Obtenido en Julio 28, 2013, de <http://www.ipv6actnow.org/info/transition/>
- [36] IETF-EC (n. f.) Quiénes Somos. Obtenido en Julio 28, 2013, de [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] UIT-T Sector de normalización de las Telecomunicaciones de la UIT. (2008). Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones. Obtenido en Julio 30, 2013, de [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/res/T-RES-T.64-2008-PDF-S.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/res/T-RES-T.64-2008-PDF-S.pdf)
- [38] Unión Internacional de las Telecomunicaciones. (2011). Conjunto de textos fundamentales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptados por la Conferencia de Plenipotenciarios. Obtenido en Agosto 5, 2013, de <http://www.itu.int/pub/S-CONF-PLEN-2011/e>
- [39] IETF-EC (n. f.) Políticas regionales IPv6 países miembros CITEL. Obtenido en Julio 28, 2013, de [http://ipv6tf.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=94:politicas-regionales-ipv6-paises-miembros-citel&catid=39:regular&Itemid=1](http://ipv6tf.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=94:politicas-regionales-ipv6-paises-miembros-citel&catid=39:regular&Itemid=1)
- [40] MINTEL (2012). ACUERDO No. 007-2012. Obtenido en Julio 29, 2013, de [acuerdo\\_ministerial\\_mintel\\_007-2012.pdf](#)
- [41] MINTEL (2012). ACUERDO No. 039-2012. Obtenido en Julio 29, 2013, de [acuerdo\\_ministerial\\_mintel\\_039-2012.pdf](#)
- [42] Pérez E. (2012). ¿Qué pasa si tenemos IPv6 mal configurada?. Obtenido en Agosto 9, 2013, de [http://www.ecualug.org/?q=2012/11/14/blog/epe/%C2%BFqu%C3%A9\\_pasa\\_si\\_tenemos\\_ipv6\\_mal\\_configurada](http://www.ecualug.org/?q=2012/11/14/blog/epe/%C2%BFqu%C3%A9_pasa_si_tenemos_ipv6_mal_configurada)

- [43] MINTEL. (2011). Acuerdo No.181. Obtenido en Agosto 10, 2013, de [http://www.conatel.gob.ec/site\\_conatel/images/stories/firmaElectronica/Auerdo%20Ministerial%20181.pdf](http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/firmaElectronica/Auerdo%20Ministerial%20181.pdf)
- [44] TELCONET (n. f.). IPv6 en proveedores de internet. Obtenido en Julio 29, 2013, de [ipv6\\_en\\_isps -telconet.pdf](#)
- [45] TRANSNEXA (Junio). IPv6 en Transnexa avanzando hacia el futuro. Obtenido en Julio 29, 2013, de [ipv6\\_en\\_isps -transnexa.pdf](#)
- [46] SixXS(2012). IPv6 DFP's per country. Obtenido en Agosto 10, 2013, de <http://www.sixxs.net/tools/grh/dfp/lacnic/>
- [47] ScreenOS 5.1.0. (2010) NetScreen conceptos y ejemplos Manual de referencia. Obtenido en Julio 8, 2013, de [http://www.juniper.net/techpubs/software/screenos/screenos5x/translated/CE\\_v1\\_SP.pdf](http://www.juniper.net/techpubs/software/screenos/screenos5x/translated/CE_v1_SP.pdf)
- [48] SixXs (2013). IPv6 DFP's per country. Obtenido en Agosto 5, 2013, de <http://www.sixxs.net/tools/grh/tla/>
- [49] IPv6. (2003). El cercano gran conocido. Obtenido en Agosto 6, 2013, de <http://www.ipv6.mx/index.php/informacion/fundamentos/ipv6>
- [50] Oracle Corporation. (2010). Guía de administración del sistema: servicios IP. Obtenido en Agosto 15, 2013, de [http://docs.oracle.com/cd/E24842\\_01/pdf/820-2981.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E24842_01/pdf/820-2981.pdf)
- [51] Oracle Corporation. (2010). Como diseño un esquema de direcciones IPv4. Obtenido en Julio 8, 2013, de <http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipplan-5/index.html>