

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
IPV6 EN EL ECUADOR**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

VANESSA TATIANA AGUIRRE VILLARROEL

DIRECTOR: MSC. CARLOS ROBERTO EGAS ACOSTA

Quito, Enero 2023

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa Tatiana Aguirre Villarroel, bajo mi supervisión.

MSC. CARLOS EGAS

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Vanessa Tatiana Aguirre Villarroel, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

VANESSA AGUIRRE

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación a mi amada madre, mi mejor amiga, que ha estado apoyándome incondicionalmente y ha sido un ejemplo de perseverancia a cada instante en las diferentes etapas de mi vida; a mi hijo que ha sido el motor que me ha motivado para continuar esforzándome día tras día y continuar luchando por conseguir todos y cada uno de mis sueños; a mis grandes amigos de la Escuela Politécnica Nacional, Made, Leo y Luis que estuvieron presentes en cada desafío académico que se presentaba con frecuencia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a mi amado Dios, que ha estado presente en cada instante de mi vida brindándome la fortaleza y sabiduría necesarias para dar cada paso que me permitiera acercarme a uno de mis grandes sueños como lo es el ser Ingeniera de la Escuela Politécnica Nacional.

.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 ALCANCE	1
1.3 MARCO TEÓRICO.....	2
1.3.1 IPV6.....	3
1.3.2 ISP.....	18
1.3.3 DIRECCIONES IPV6 ASIGNADAS A ISPs EN ECUADOR	27
1.3.4 AEPROVI.....	27
1.3.5 ESTADO DEL DESPLIEGUE EN ECUADOR 2012	32
1.3.6 ARCOTEL.....	34
1.3.7 LACNIC	35
1.3.8 ESTADÍSTICAS DE ADOPCIÓN DE IPV6	44
1.3.9 REGULACIÓN EN EL ECUADOR PARA IPV6	50
1.3.10 DIRECCIONES IPV4 PARA EL ECUADOR	52
1.3.11 LA ENCUESTA.....	52
2 METODOLOGÍA.....	64
2.1 ENCUESTA.....	65
2.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA.....	65
2.2.1 DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE IPV6 EN EL ECUADOR.....	66
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
3.1 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS 2022 Y COMPARATIVA CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2012.....	75

3.2	DISCUSIÓN	104
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
4.1	CONCLUSIONES.....	105
4.2	RECOMENDACIONES	107
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar el diagnóstico de la utilización de IPv6 en la actualidad y determinar cuáles son las perspectivas de su implementación en el Ecuador, utilizando información obtenida de encuestas realizadas a los profesionales técnicos que se desempeñan en los ISP con mayor participación en el mercado nacional y que, por ende, cuentan con la información veraz requerida para obtener los resultados más cercanos a la realidad.

Una vez obtenidos los datos, se procede a filtrar la información de todas las encuestas y posteriormente se la ingresa en la matriz de datos para obtener de esta manera porcentajes de las variables de interés y así, llevar a cabo las comparaciones pertinentes entre los distintos ISP.

Posteriormente se realizan los gráficos correspondientes a cada pregunta y se obtienen las diferentes conclusiones de cada una de ellas, de modo que sea posible determinar el grado de penetración de IPv6 en los ISP del Ecuador, cuáles fueron las dificultades que se presentan para desplegarlo, qué técnicas son las más utilizadas para su transición, así como también determinar si los equipos tienen soporte para dicho protocolo y en qué medida afecta la reglamentación en el país para su óptimo despliegue.

PALABRAS CLAVE: IPv6, diagnóstico, implementación, ISP, encuesta, transición, regulación.

ABSTRACT

This research aims to develop the diagnosis of the use of IPv6 today and determine the prospects for its implementation in Ecuador, using information obtained from surveys of technical professionals who work in ISP with greater participation in the national market and, therefore, have the truthful information required to obtain the closest results to reality.

Once the data is obtained, the information from all the surveys is filtered and subsequently entered into the data matrix to obtain percentages of the variables of interest and thus carry out the relevant comparisons between the different ISP.

Subsequently, the graphs corresponding to each question are made and the different conclusions of each of them are obtained, so that it is possible to determine the degree of IPv6 penetration in the ISPs of Ecuador, what were the difficulties that arise to deploy it, what techniques are the most used for its transition, as well as determining if the equipment has support for said protocol and to what extent it affects the regulations in the country for its optimal deployment.

KEYWORDS: IPv6, diagnosis, implementation, ISP, survey, transition, regulation.

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo denominado “Diagnóstico y perspectivas de la implementación de IPv6 en el Ecuador” va a permitir, en base a encuestas, determinar el grado de penetración de dicho protocolo, las perspectivas de su implementación, las razones preponderantes por las cuales no se ha desplegado, así como también, será posible llevar a cabo un análisis sobre el impacto económico en los ISP y, adicionalmente, tener un enfoque sobre cómo afecta la reglamentación a su implementación en el Ecuador.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo general de este Proyecto Técnico es diagnosticar y presentar las perspectivas de la implementación de IPv6 en el Ecuador, para lo cual es necesario alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el grado de penetración de IPv6 en los ISP y usuarios en el Ecuador.
- Determinar las perspectivas de implementación de IPv6 en el Ecuador.
- Determinar las razones por las cuales no se ha desplegado IPV6 a nivel de usuario.
- Analizar cualitativamente el impacto económico por la implementación de IPV6 en los Proveedores de Servicio de Internet.
- Determinar cómo la reglamentación afecta a la implementación de IPv6 en el Ecuador.

1.2 ALCANCE

El diagnóstico de la utilización de IPV6 en los ISP y las perspectivas de la implementación de dicho protocolo en el Ecuador, requiere la obtención de información sobre su estado de implementación en los ISP y a nivel de usuario, mediante encuestas realizadas a los Proveedores de Servicio de Internet del país.

Para realizar las encuestas, se tomará en cuenta los proveedores de internet registrados en ARCOTEL, y se considerarán a todos los ISP que cubran al menos el 85% de usuarios de internet en el Ecuador.

Las encuestas son diseñadas para obtener datos técnicos y económicos de la implementación actual de IPv6 en los ISP, obtener información de los Gerentes Técnicos de los ISP relacionada con el despliegue de IPV6 en el Ecuador, que permita concluir con las razones técnicas y económicas por las cuales se ha retrasado el despliegue de dicho

protocolo en nuestro país, así como también sus perspectivas de la implementación y las sugerencias para incentivar su despliegue a los usuarios.

El análisis de la información obtenida requiere tener conocimientos técnicos relacionados en el área, se pretende presentar los resultados de la investigación en cuadros estadísticos, de tal manera que se cuente con proyecciones que permitan determinar el tiempo en el cual el despliegue de IPv6 permitirá satisfacer las demandas de los usuarios y de las aplicaciones.

Se analizará cómo la reglamentación existente en el Ecuador ha afectado el despliegue de IPv6 y; además, se presentarán las direcciones IPv6 que han sido asignadas a nuestro país, cuántos y cuáles ISP ya han iniciado el despliegue de IPv6 a los usuarios, cuáles fueron sus razones para ello, las técnicas que fueron empleadas, si ya se realizó el despliegue a nivel de clientes finales y si no fuese así, el tiempo estimado en el cual empezarían con el despliegue con IPv6, razones preponderantes para iniciarlo, las principales dificultades que tendrían que superar, los resultados de la operación y los efectos económicos que implicaría la implantación de IPv6.

Cabe recalcar, que se realizará un análisis comparativo con los resultados obtenidos por el Sr. Leonardo Miguel Silva Bracero en su Trabajo de Titulación denominado "Estudio y análisis del estado actual de la implantación de IPv6 en los proveedores de servicios de internet a nivel nacional" publicado el 6 de marzo de 2012.

El presente Trabajo de Titulación no tiene un producto final demostrable.

1.3 MARCO TEÓRICO

Esta sección contiene la descripción de los conceptos fundamentales que permitan entender las variables que influyen en la penetración de IPv6 como son, las técnicas utilizadas para llevar a cabo la transición de IPv4 a IPv6, la reglamentación que influye principalmente en su implementación, las aplicaciones que actualmente hacen uso de IPv6. Además, se presenta la información más relevante sobre la técnica que se usará para obtener los resultados en la investigación, como lo es la encuesta.

1.3.1 IPV6

IPv6 (Internet Protocol version 6 - Protocolo de Internet versión 6) [1] es considerado como el sucesor del protocolo IPv4 (Internet Protocol version 4 - Protocolo de internet versión 4) que, hasta la actualidad, se ha utilizado mayoritariamente.

IPv6 es un protocolo que permite que los dispositivos fijos o móviles se conecten a Internet, y para ello hace uso de direcciones IP que constan de 128 bits, las cuales hacen que cada dispositivo se identifique unívocamente en la red de redes y se permita la comunicación entre ellos, sin inconveniente alguno.

Dicho protocolo se ha ido expandiendo a nivel mundial, sin embargo, no ha tenido la acogida que se esperaba, lo cual representa ser un problema, debido al agotamiento de las direcciones públicas IPv4 y, además, porque limita la aparición de nuevas aplicaciones.

Los ISP (Internet Service Provider - Proveedor de Servicio de Internet) han postergado al máximo el despliegue de IPv6 en sus redes, procurando mitigar el hecho de que ya no se disponga de direcciones públicas IPv4, por lo que se está utilizando la técnica CG-NAT (Carrier Grade Network Address Translation – Traducción de direcciones de red a nivel de portadora), para optimizar los recursos de direccionamiento con los que cuentan dichas empresas, para satisfacer las necesidades de sus usuarios, que se incrementan rápidamente y va a llegar el momento en que dicha técnica no sea suficiente para cumplir con la gran cantidad de direcciones IP que demandan los clientes.

La transición de IPv4 a IPv6 debe llevarse a cabo sin que su despliegue represente un perjuicio a los usuarios, es decir, los ISP tienen la responsabilidad de ofrecer el servicio de internet ininterrumpidamente mientras se realiza la migración a IPv6, por lo que es necesario hacer uso de algunos mecanismos de transición, de los cuales el más se destaca es el Dual Stack o Doble Pila.

IPv6 se encuentra descrito en el RFC 4291 [2], donde se tiene que una dirección IPv6 consta de 128 bits y se conforma por ocho campos de 16 bits (4 números hexadecimales), que se separan por dos puntos (:).

Las direcciones IPv6 están conformados por el Prefijo de sitio, el ID de subred y el ID de interfaz, como se muestra en la Figura 1.1:

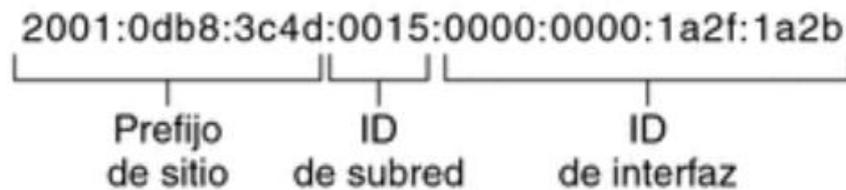


Figura 1.1. Formato básico de una dirección IPv6 [3]

Los primeros 48 bits conforman el Prefijo de Sitio, el cual es asignado por el ISP o el RIR (Regional Internet Registry - Registro Regional de Internet) y permite describir la topología pública.

El siguiente campo denominado ID de subred está conformado por 16 bits que el administrador puede asignar al sitio, el cual permite describir la topología privada o también llamada topología de sitio, porque se encuentra a nivel interno.

Los últimos cuatro campos, es decir los 64 bits conforman el ID de interfaz que también es conocido como token, el cual es configurado automáticamente con ayuda de la dirección MAC (Media Access Control - Control de acceso al medio) o manualmente con EUI-64, proceso en el cual se utiliza la dirección MAC de 48 bits del cliente y se agrega 16 bits en el medio de la dirección MAC para así dar origen a una ID de interfaz de 64 bits.

1.3.1.1 Tipos de direcciones IPv6

Las direcciones IPv6 permiten identificar a una interfaz [2] o grupos de interfaces y existen tres tipos, que se explican brevemente a continuación:

1.3.1.1.1 Unicast

Se refiere a que se puede asignar un identificador a una sola interfaz, es decir, cuando se envía un paquete a una dirección Unicast, se lo entrega únicamente a la interfaz que se encuentra identificada con esa dirección.

1.3.1.1.2 Anycast

Se utiliza un solo identificador para un grupo de interfaces que generalmente pertenecen a distintos nodos, es decir, cuando se envía un paquete a la dirección de este tipo, se lo envía a una de las interfaces que se encuentra identificada por esa dirección, que es la que se encuentra más cerca, de acuerdo al protocolo de enrutamiento que utiliza como métrica la distancia.

1.3.1.1.3 Multicast

Se utiliza un identificador para un grupo de interfaces que generalmente pertenecen a distintos nodos, el paquete que se envía a la dirección multicast, es entregado a todas las interfaces que se encuentren identificadas por dicha dirección.

En IPv6 no existe el concepto de broadcast, debido a que esta funcionalidad de IPv4 se reemplaza por las direcciones multicast en IPv6.

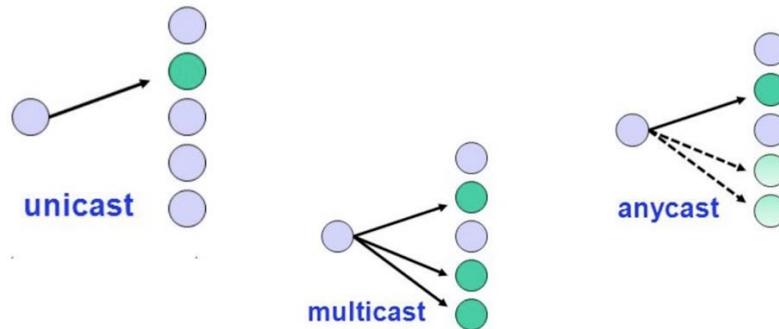


Figura 1.2. Tipos de direcciones IPv6 [4]

1.3.1.2 Ventajas de la utilización de IPv6

IPv4 ofrece la posibilidad de acceder a 4.3 miles de millones de direcciones IP, mientras que IPv6 permite tener acceso a 340 miles de trillones, lo cual es una gran ventaja porque con IPv4 no se podría llegar a asignar ni siquiera una dirección IP a cada usuario conectado al Internet sobre la tierra y con IPv6 es posible asignar varias direcciones a cada grano de arena existente si así lo quisiéramos.

IPv6 permite la configuración automática de las direcciones a través de Neighbor Discovery.

IPv6 permite priorizar paquetes urgentes a través de la implementación de QoS (Quality of Service – Calidad de servicio), de modo que se lleve a cabo un manejo eficiente de ellos, para lo cual se toma en cuenta dos campos importantes como lo son Traffic Class (Clase de Tráfico) y Flow Label (Etiqueta de Flujo).

IPv6 ofrece una conectividad de punto a punto real, de manera que la conversión de direcciones privadas a públicas ya pierde relevancia, es decir el NAT (Network Address Translation) ya no existe en el innovador protocolo IPv6.

Se podría decir que con IPv4 también es posible tener conexiones punto a punto, sin embargo, debido a su espacio reducido de direcciones IP era imposible asignar una

dirección única a todos los dispositivos, por lo cual se utiliza un sistema con intervalos de direcciones separadas y el NAT que ya se había mencionado anteriormente.

Con IPv6, los dispositivos que estén conectados a una LAN son direccionados lógicamente por medio de su propia dirección IP, es así que, además de la sección que es indicada por el direccionamiento de red (dirección de red o prefijo de enrutamiento), se incluye un identificador de interfaz único que se puede generar manualmente o derivarse de la dirección MAC de la tarjeta de red del dispositivo terminal y también, es importante recalcar que tanto el prefijo de enrutamiento como el identificador de interfaz están comprendidos por 64 bits, respectivamente.

1.3.1.3 Mecanismos de transición de IPv4 a IPv6.

En la actualidad existen mecanismos que pueden configurarse tanto en hosts como en el router para llevar a cabo la transición a IPv6 y que no se generen interrupciones en el servicio que ofrecen los ISP a sus usuarios, debido a que dicho protocolo fue diseñado principalmente con la idea de que se migre, sin la necesidad de prescindir por completo de IPv4.

La coexistencia de IPv4 e IPv6 es inevitable, debido a que la mayor parte de los ISP requieren que sus redes internas tengan implementado tanto IPv4 como IPv6, de modo que, el mecanismo más utilizado en este caso es el denominado Dual Stack o Doble Pila.

Además, existen otros mecanismos como Dual Stack Lite, Lw406, MAP-T, MAP-E, NAT64 DNS 64, 464xlat, SIIT-DC que se explicarán brevemente más adelante en un cuadro comparativo.

Es importante recalcar que el mecanismo de transición más utilizado en la actualidad es el Dual Stack o Doble Pila, del cual se derivan Dual Stack Lite, Lw406, MAP-T y MAP-E.

A continuación, se explica el mecanismo más popular, como lo es Dual Stack:

1.3.1.3.1 Dual Stack

El mecanismo más sencillo de implementar para la coexistencia de IPv4 e IPv6 es el Dual Stack, como se puede observar en la Figura 1.3.

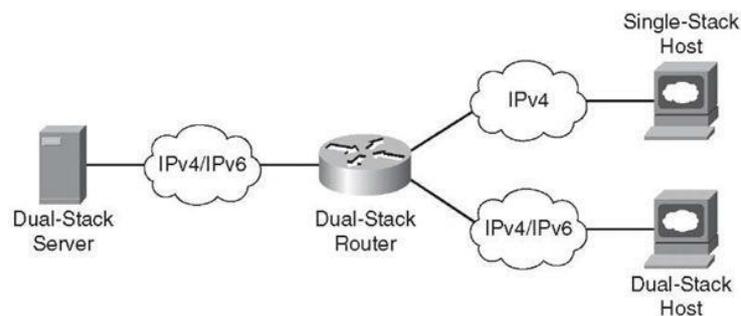


Figura 1.3. Mecanismo Dual Stack [5]

Consiste en que cada host o router disponga de una pila de protocolos de IPv4 y una de IPv6, lo cual se encuentra implementado ya en el sistema operativo, por lo tanto, cada nodo se configura con una dirección IPv6 y una IPv4, ambas pilas están en la capacidad de enviar y recibir datagramas, ya sea de uno y otro protocolo, de tal manera que puedan comunicarse sin inconveniente con los nodos IPv4 o IPv6 que formen parte de la red.

Como se mencionó anteriormente, para habilitar Dual Stack en un host, simplemente se tiene que habilitar el soporte IPv6 en el respectivo sistema operativo.

Si un backbone cuenta con routers y switches capa 3 que soporten tanto IPv4 como IPv6, se puede afirmar que es Doble Pila o Dual Stack.

La razón por la que se creó Dual Stack es para que los routers y hosts pertenecientes a la red del ISP trabajen de manera dual tanto con IPv4 como con IPv6, de tal manera que las aplicaciones tengan un soporte dual también, de modo que puedan trabajar simultáneamente ambos protocolos para que haya un mayor rendimiento en el establecimiento de la conexión.

Para llevar a cabo la resolución de dominios, es posible utilizar tanto DNSv4 como DNSv6, respectivamente.

Es posible implementar Dual Stack de dos maneras:

- **Sin túnel:** Cada nodo (host o router) se configura ya sea con IPv4 o IPv6 de forma nativa, con su stack de protocolos independientes.
- **Con uso de túnel IPv6 sobre IPv4:** El nodo utiliza IPv4 nativo y además despliega el mecanismo de Túneles para encapsular la información de IPv6 sobre IPv4 y finalmente lleva a cabo el despliegue del stack de IPv6 en dicho túnel.

Los usuarios finales que trabajan con Dual Stack hacen uso de un mecanismo denominado Happy Eyeballs para saber si deben establecer la conexión con IPv4 o IPv6, principalmente cuando requieren conectarse al Internet con servidores de igual manera Dual Stack.

Cabe mencionar que al aplicar la técnica Dual Stack, se requiere doble direccionamiento IP tanto en los router, CPE y adicionalmente en los hosts finales.

Las aplicaciones de los distintos servidores pueden configurarse independientemente tanto para IPv4 como para IPv6, inclusive es posible que cada stack se inhabilite independientemente sin problema alguno, a nivel de aplicación.

Ventajas de Dual Stack

- La ventaja más importante con la que cuenta Dual Stack es su simplicidad, debido a que no es necesario utilizar la técnica de túneles y encapsulado, para lo cual se requiere que los técnicos encargados de la red y operación cuenten con un previo conocimiento para implementarlos.
- No se elimina el stack IPv4, por lo tanto, dicho protocolo puede continuar utilizándose sin realizar adaptación alguna.
- La mayoría de las aplicaciones y sistemas operativos cuentan con soporte IPv6, por lo cual no es necesario realizar configuraciones adicionales para que IPv6 se despliegue paulatinamente en los hosts y router de la red.
- Permite que IPv4 e IPv6 coexistan indefinidamente, por lo que las aplicaciones pueden realizar la transición a IPv6 de forma independiente y adicionalmente, Legacy puede continuar trabajando únicamente en IPv4 de manera óptima.
- Los hosts pueden resolver DNS tanto en IPv4 o IPv6.

Desventajas de Dual Stack

- No representa una solución para el agotamiento de las direcciones públicas IPv4.
- Al implementar Dual Stack es necesario realizar doble planificación, administración y supervisión de la red, así como también el doble uso de procesamiento y memoria debido al doble stack que se utiliza.
- Utiliza el doble de políticas y también el doble de arquitecturas de protección.

- No es adecuado para redes de telefonía celular, debido a que requiere del doble de recursos como procesamiento, energía, administración y además debido a las limitaciones de direccionamiento de IPv4.
- No es óptimo para IoT (Internet of Things - Internet de las Cosas) debido a que no optimiza los recursos de procesamiento y energía.
- Dual Stack no solamente se requiere en los hosts finales, sino también a nivel de la red de transporte y los routers de borde de los Proveedores de Servicio de Internet, así como también en los servidores DNS (Domain Name System), NTP (Network Time Protocol) y supervisión de red.

A pesar de las desventajas mencionadas anteriormente, Dual Stack es la técnica más utilizada en la actualidad [6].

A continuación, se presenta un cuadro comparativo de los mecanismos de transición:

Tabla 1.1. Comparativa Mecanismos de Transición [6]

CARACTERÍSTICAS	MECANISMOS DE TRANSICIÓN			
	DUAL STACK	DS-LITE	Lw406	MAP-E
En qué se basa	Doble pila	Doble pila y encapsulado	Doble pila y encapsulado	Doble pila y encapsulado
Backbone del proveedor	Dual Stack	IPv6 Only	IPv6 Only	IPv6 Only
Popularidad	Alta	Media-Alta	Media	Baja
Conserva direcciones IPv4	No	No	No	No
IPv6 nativo para el usuario	Sí	Sí	Sí	Sí
Compartición de puertos/ NAT en el proveedor/ NAT en el usuario	NAT en el proveedor	NAT en el proveedor	NAT en el usuario	Compartición de puertos
Posibilidad de alcanzar sitios IPv6-Only	Sí	Sí	Sí	Sí
RFC de referencia	RFC4241 (2005)	RFC6333, 7870, 6674	RFC7596 (2015)	RFC7597 (2015)
Red de transporte	Dual Stack	IPv6 Only	IPv6 Only	IPv6 Only
Diseñado para	Clientes pueden acceder a internet IPv4 e IPv6 usando doble pila de protocolos	DS sobre una red de transporte IPv6 Only en el ISP	Extensión de DS-Lite con NATPT44 distribuido a nivel de los IwB4/CPE	Solución Stateless- Stateless doble NAT64 con red de transporte IPv6 Only.

Tabla 1.2. Comparativa Mecanismos de Transición[6]

CARACTERÍSTICAS	MECANISMOS DE TRANSICIÓN			
	MAP-T	NAT64/DNS64	464XLAT	SIIT-DC
En qué se basa	Doble pila y traducción	Traducción con mapeo algorítmico	Traducción con mapeo algorítmico	Traducción Stateless con tablas EAM
Backbone del proveedor	IPv6 Only	IPv6 Only	IPv6 Only	IPV6, IPv4 o DS
Popularidad	Baja-Media	Media-Alta	Muy alta	Alta
Conserva direcciones IPv4	No	Sí	Sí	Sí
IPv6 nativo para el usuario	Sí	Sí	Sí	Sí
Compartición de puertos/ NAT en el proveedor/ NAT en el usuario	Compartición de puertos	NAT en el proveedor	NAT en el proveedor	N/A
Posibilidad de alcanzar sitios IPv4-Only	Sí	Sí, con limitantes	Sí	Sí
RFC de referencia	RFC7599 (2015)	RFC6146(2011), 6147(2011)	RFC6877(2013)	RFC7755(2016), 7756(2016)
Red de transporte	IPv6 Only	IPv6 Only	IPv6 Only	IPv6, IPv4 o DS
Diseñado para	Solución Stateless Stateless doble NAT64 con red de transporte IPv6 Only.	Para que clientes IPv6 Only establezcan conexiones hacia servidores IPv6 Only desde una IPv4 y usando DNS64	Extensión de NAT64 para que clientes/dispositivos establezcan conexiones hacia servidores IPv4 Only, desde un binding en IPv4	Permitir la interconexión entre redes IPv4 Only y redes IPv6 Only, en escenarios de Data Centers

1.3.1.4 Elementos que influyen en el proceso de transición de IPv4 a IPv6

Al llevar a cabo la transición a IPv6, se debe tomar en cuenta a los agentes o elementos más importantes para que se desarrolle con normalidad su despliegue tanto a nivel de usuario como a nivel de ISP.

Estos factores influyen en la aceleración o ralentización de dicho despliegue, algunos de los cuales repercuten en los proveedores de acceso que toman decisiones en función de los drivers de la transición y también tienen incidencia sobre los usuarios, proveedores de equipos, aplicaciones y contenido.

Los factores cualitativos que tienen influencia en la toma de decisiones del despliegue de IPv6 son:

1.3.1.4.1 Proveedores de Infraestructura

Un proveedor de infraestructura se refiere a la persona natural o jurídica que ofrece los elementos físicos a los individuos que posean títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ya sea para el tendido, instalación, soporte, así como también para complementar las redes de telecomunicaciones [7].

A continuación, se presentan los principales elementos:

Equipos de red

Se refiere a la provisión de equipamiento que funciona con IPv6 como son los ruteadores corporativos y adicionalmente los equipos del núcleo de la red.

Existen altos valores en los indicadores de los sistemas autónomos con tráfico IPv6, lo cual muestra un desarrollo en el núcleo de red, sin embargo, no sucede lo mismo con los equipos de los usuarios para redes cableadas o CPE (Customer Premises Equipment - Equipo local del cliente), debido a que generalmente, no existe compatibilidad con la red del proveedor, es decir que se podría adquirir un CPE por cuenta propia del usuario, pero no necesariamente podría soportar IPv6 o ser compatible. Por tal razón, no se podría operar con IPv6, aunque el proveedor tenga lo necesario para el despliegue.

Incluso, existen estudios que indican claramente que, aunque un CPE que teóricamente sea IPv6 ready, tenga IPv6 deshabilitado por default, de modo que es necesario algo de trabajo para habilitarlo. Una de las razones principales para que suceda esto, puede ser que los CPE no son totalmente compatibles con las especificaciones de los RFC y pese a que se exponen comercialmente como IPv6, el fabricante prefiere que no esté habilitado cuando sale a la venta.

Un ejemplo de ello es que, para acceder a internet en redes que manejan la tecnología híbrida entre cable coaxial y fibra óptica conocida como HFC, existen estándares que sí soportan IPv6 y pese a ello se han tenido inconvenientes en la región perteneciente a LACNIC, los cuales podrían estar presentándose debido a la calidad de los equipos que no cuentan con la compatibilidad 100% con IPv6.

Este hecho, indiscutiblemente no incentiva el despliegue de IPv6 por parte de los proveedores, debido a que la red podría ser subutilizada o se incurriría en gastos para ofrecer IPv6 a los clientes finales y se tendrían problemas en el proceso.

Si bien existen dos instituciones en Estados Unidos que llevan a cabo pruebas de compatibilidad de los equipos con IPv6, la información disponible sobre la incompatibilidad es muy escasa, por lo que no es posible conocer un panorama más real sobre los CPE, router y hosts de uso doméstico.

Computadores de uso general

Actualmente, la mayoría de los sistemas operativos cuentan con soporte para IPv6, sin embargo, es necesario realizar ciertas configuraciones. También es importante mencionar que algunos navegadores ya hacen uso de IPv6.

Los problemas que se suscitan deben ser resueltos en el despliegue de IPv6 para que de esta manera los usuarios hagan uso de las redes y su experiencia sea óptima, porque de lo contrario, pese al esfuerzo realizado para llevar a cabo la migración, éste sería en vano debido al descrédito sin justificación de IPv6.

Cabe recalcar que, cuando los usuarios utilizan IPv4, cuando ya es posible el uso de IPv6, se emiten señales de que es baja la adopción de IPv6 a nivel de usuario y, por ende, se tiene un efecto desfavorable para el desarrollo de IPv6.

Dispositivos electrónicos de consumo

Con respecto a los dispositivos electrónicos, no se dispone de información sistemática de su compatibilidad con IPv6, sin embargo, existe incompatibilidad en ciertos dispositivos como televisores, que siendo de la misma marca, son compatibles, pero las consolas de juego no lo son.

Actualmente, los fabricantes de los Smart Tv están enfocándose en trabajar con plataformas más robustas, por lo que estarían enfocándose en pos de una óptima conectividad IPv6.

Siempre que se incremente la cantidad de usuarios de IPv6 y sean evidentes las ventajas, o inclusive, si se tuviera sitios únicamente con IPv6, se podría afirmar que este factor sería decisivo para el impulso en la fabricación de dispositivos IPv6.

Las ventajas del uso de IPv6 se percibirán cuando existan aplicaciones que soporten únicamente dicho protocolo, sobre todo debido al ingente requerimiento de conectividad de extremo a extremo.

En definitiva, un factor importante para que los proveedores de acceso consideren el despliegue de redes IPv6, sería la fabricación masiva de dispositivos que requieran IPv6 para su operación.

Proveedores de acceso cableado

Los proveedores de redes cableadas tienen en definitiva el poder de desarrollar IPv6 más rápidamente o no, y, por ende, la diversidad de situaciones por las que atraviesan las distintas empresas a nivel mundial en cuanto a la preparación de las redes para los potenciales usuarios que accedan a IPv6 es determinante, sin lugar a duda.

La variabilidad de las diferentes situaciones se puede apreciar incluso tomando en cuenta a Estados Unidos como un claro ejemplo, debido a que a sus operadores contaban con los siguientes porcentajes de usuarios con acceso a IPv6 hasta fines del 2013 como lo son Google Fiber con el 60.7%, AT&T con el 13.6% y Time Warner Cable con el 3.3%.

En la región de LACNIC también se puede apreciar esa variabilidad debido a que hasta noviembre de 2015 se constató que los operadores tenían un elevado despliegue de IPv6, como CNT en Ecuador con el 14.8%, Telefónica en Perú con el 22.3%, CVT en Brasil con el 14.76% y COMTECO en Bolivia con el 19.40%, entre los que más destacan.

Dicha variabilidad se ve influenciada directamente por las diferentes percepciones de los proveedores de acceso con respecto a la relación costo beneficio sobre el despliegue de IPv6 y, además, debido al agotamiento de los bloques de direcciones IPv4.

Los costos del despliegue de IPv6 dependen de distintos factores como:

- La demanda de los usuarios.

- La arquitectura de la red.
- La preparación de los recursos humanos y su percepción de IPv6.
- La generación tecnológica de los equipos de red.

Los ISP que iniciaron la migración anticipadamente, no tuvieron que atravesar por gastos elevados debido a que actualizaron su red a una IPv6 simultáneamente con la renovación de los equipos por obsolescencia.

La decisión final para llevar a cabo el despliegue de IPv6 depende de factores económicos que, a su vez, van de la mano con el camino hacia la migración que se vaya a adoptar, los cuales pueden ser: CG-NAT, adquisición de bloques IPv4 o despliegue de IPv6 netamente. Dichas opciones, incorporan variabilidad a las decisiones tomadas por cada proveedor.

De igual manera, se nota que existe una fuerte inclinación hacia el mecanismo Dual Stack con o sin CG-NAT, pero con más acogida con CG-NAT debido a la insuficiencia de las direcciones IPv4.

Con respecto a CG-NAT, se estima que la inversión es de \$90000 por cada 10000 usuarios, y adicionalmente \$10000 por año que conllevaría los costos de operación y mantenimiento.

La adquisición de bloques de direcciones IPv4 puede ser una solución, siempre y cuando se tenga tasas de crecimiento bajas de los usuarios. En el año 2012, el costo por dirección se estimaba en \$10, que estaría equivaliendo a los CGNAT.

Los beneficios económicos del despliegue de red IPv6 no pueden apreciarse inmediatamente, sin embargo, la experiencia de los usuarios mejora considerablemente, de modo que, la decisión sobre las inversiones, debe detallarse minuciosamente y tomar en consideración los réditos futuros, los impactos positivos que conllevaría, así como también los aspectos negativos que se eludiría.

Además, deben ser considerados aspectos como la curva de aprendizaje, las posibles caídas de costos en un futuro y factores concernientes al plazo estipulado para el despliegue.

1.3.1.4.2 Proveedores inalámbricos de acceso

Al mencionar a los proveedores inalámbricos de acceso, se refiere principalmente a los proveedores de servicios móviles, en los cuales existe una tasa anual de crecimiento bastante elevada de los usuarios de banda ancha móvil, es por ello que, al hacer uso únicamente de CG-NAT o al realizar transferencia de bloques de direcciones IP para

mantener su operación, no son estrategias viables. Pese a esto, la mayoría de los operadores se encuentran haciendo uso de CG-NAT.

En los proveedores móviles se generan cambios en sus redes debido a su incremento tanto en el tráfico como en la cobertura, en las tecnologías LTE (Long Term Evolution), VoLTE (Voice over LTE) e inclusive en los servicios. El despliegue en LTE es prácticamente todo Dual Stack.

Un inconveniente que podría suscitarse es que los terminales IPv6 no sean compatibles con la red del operador móvil, pese a que se han anunciado que son compatibles en un elevado porcentaje de las ofertas de mercado actualmente. Es por esta razón, que los distintos proveedores requieren de dicha compatibilidad de los terminales para así poder explotar óptimamente sus redes IPv6, de modo que, exigen a los fabricantes que los equipos producidos sean compatibles para llevar a cabo la conexión a sus redes.

En comparación con los CPE de las redes cableadas, los equipos móviles se reemplazan con regularidad debido al avance tecnológico, de tal manera que, en las redes móviles, no se produzcan problemas de estancamiento por obsolescencia para IPv6.

Hasta diciembre de 2015 se conocía que los proveedores sobre sistemas operativos Android 4.4 y Windows Phone 8.1 contaban con soporte para NAT64.

Además, en junio del mismo año se anunció que el iOS 9 tendría soporte para servicios de redes "IPv6 Only" DNS64/NAT64.

Las redes móviles están en la capacidad de desarrollar una red IPv6 Only haciendo uso de la técnica 464XLAT, lo cual permite que las apps que solamente soportan IPv4 sean utilizadas por los usuarios, aunque éstos sean IPv6 nativos.

Las aplicaciones que únicamente soportan IPv4 aún son importantes en las operadoras móviles, debido a que el uso de NAT64/DNS64 no funciona con algunas apps, ya que poseen una codificación para usar solamente IPv4. Esta es una de las razones por las que Apple ha anunciado en simultáneo que todas las apps subidas a Apple Store tienen que soportar IPv6.

1.3.1.4.3 Proveedores de contenido

De los aproximadamente 500 proveedores de contenido a los cuales acceden los países de la región de LACNIC, el 50% son accesibles en el protocolo IPv6.

El factor económico tiene mayor influencia en sitios pequeños donde se realiza el despliegue de IPv6, debido a los costos fijos que están destinados a equipamiento,

capacitación del personal, entre otros. Además, se entiende que el despliegue es un tanto complejo porque accederían varias redes desde todo el mundo al contenido IPv6.

Los grandes proveedores cuentan con su personal de planta para resolver este tipo de problemas, sin embargo, los más pequeños no lo tienen y se complica encontrar profesionales calificados debido a la falta de experiencia que se tiene hasta el momento.

Adicional a lo mencionado, pueden surgir otros inconvenientes que provienen de las mismas redes o incluso de los usuarios, lo cual daría lugar a creer que se tiene una respuesta pobre en cuanto al contenido IPv6 se refiere.

1.3.1.4.4 *Redes internas de las organizaciones o empresas*

Las redes de los ISP se encuentran utilizando NAT, por ello, la implementación de IPv6 implicaría una inversión en equipos que de momento no serían necesarios. Adicional a esto, si se migra de protocolo podría haber un problema de compatibilidad que afecte su red y aplicaciones al momento de adaptar IPv6 a la infraestructura ya existente, lo cual implicaría costos elevados principalmente en el caso de las aplicaciones.

Otros problemas que pueden presentarse son los de seguridad, porque al realizar cambios de protocolo se pueden suscitar dichos inconvenientes a nivel de capa de red.

Con el crecimiento del Internet de las Cosas y las aplicaciones que trabajan en la nube, las empresas ya no podrían sustentar la creciente demanda de direcciones IP adquiriendo mayor cantidad de bloques y tampoco se podrá dar solución con la creación de subredes.

1.3.1.4.5 *Usuarios finales no corporativos*

El comportamiento de los usuarios finales en cuanto al estímulo para que se despliegue IPv6 está estrechamente ligado a lo ya analizado en cuanto a infraestructura de usuario. Al usuario solo le interesa obtener calidad de servicio independientemente de la tecnología, y aquí entra en juego, sin lugar a duda, la infraestructura: CPE, computadoras, software, navegadores, dispositivos, etc., por lo que es necesario tener especial cuidado con estos aspectos en cuanto a la demanda de usuarios IPv6 se refiere.

Un problema importante es el de las redes que se apoyan solamente en CGNAT, pues hay aplicaciones que no trabajan detrás de ellos, con lo que los usuarios pueden requerir IPv6 para usarlas, impulsando al proveedor a proveer acceso IPv6. En algunos casos los ISP proveen una dirección global a los clientes, por lo que presentan quejas reiteradamente. En otros casos, cuando la compartición aumenta, empiezan a aparecer problemas de disminución en la velocidad, debido a que cada usuario no dispone del número de sesiones simultáneas requeridas para tener una buena calidad de respuesta.

Últimamente, Facebook y Verizon están manifestando que el uso de CG-NAT aumenta el retardo en el orden del 15% o más (Facebook ha registrado hasta 40%).

Estas cuestiones comienzan a tener visibilidad para los usuarios, la que se estima que aumentará con el correr del tiempo, lo que podría dar lugar a que los usuarios empiecen a percibir, o enterarse de diferencias de calidad, lo que motivaría a los ISP a iniciar e impulsar la transición cuando tengan escasez de direcciones IPv4.

Finalmente, el Internet de las Cosas traerá requerimientos especiales que con seguridad no puedan ser solucionados mediante el uso de CG-NAT. La explotación eficiente del Internet de las Cosas depende del uso de IPv6 y de eso no cabe la menor duda [8].

1.3.2 ISP

Un ISP (Internet Service Provider) o Proveedor de Servicio de Internet es una empresa o compañía de telecomunicaciones que ofrece el servicio de acceso a internet a sus clientes [9].

El ISP permite la conexión de usuarios finales y empresas, a la Internet.

La cantidad de proveedores hasta el 2020 se incrementó 21 veces a nivel de nuestro país, por lo que existe una alta competitividad en cuanto a calidad, precio, garantía del servicio, etc.

Pese a ello, existe un trabajo conjunto para que sea posible proveer de la conectividad a internet, dicha característica se destaca principalmente en la cooperación brindada en los puntos de interconexión de las redes de los ISP o también denominados NAP (Network Access Point - Punto de acceso a la red), que es la infraestructura de red que se encarga de intercambiar localmente el tráfico de internet que se origina o termina en Ecuador, de modo que sea posible economizar recursos por parte de los proveedores, a medida que se agrupan en el NAP, debido a que los costos se reparten proporcionalmente [10].

1.3.2.1 Tipos de Tecnologías

1.3.2.1.1 Tecnologías Alámbricas

La forma de acceder al internet es a través de un medio físico como lo es el cable, de tal manera que se lleve a cabo la conexión de los dispositivos electrónicos a la red de redes.

En el Ecuador, este tipo de tecnología usada para conectarse a internet se ha incrementado sobremanera entre los años 2010 y 2020, es por ello, que se ha tenido un crecimiento del

8% que se ha visto influenciado por las estrategias y políticas estatales implementadas durante los últimos años.

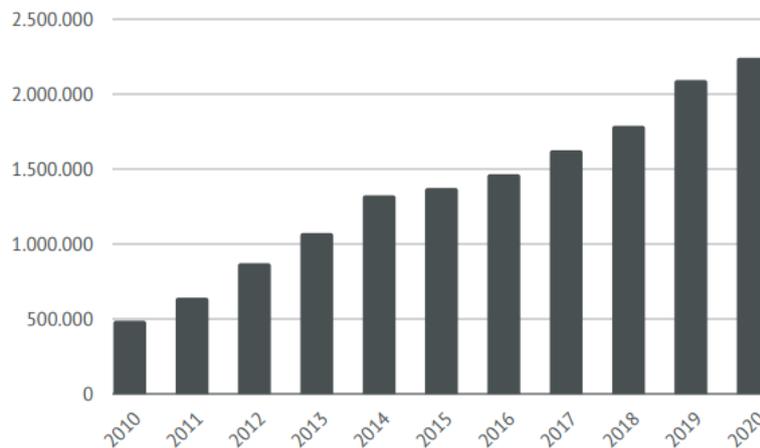


Figura 1.4. Cuentas de internet fijo en Ecuador hasta septiembre 2020 [10]

1.3.2.1.2 Tecnologías basadas en cobre

DSL (Digital Subscriber Line, Línea Digital de Suscriptor)

Esta tecnología permite transmitir información a través de las líneas telefónicas tradicionales que se encuentran disponibles en las casas o negocios, y posibilita conectar a millones de suscriptores, desde la comodidad del hogar u oficina, al internet.

Con este tipo de tecnología, se puede alcanzar una velocidad de algunos Mbps y puede ser simétrica (SDSL) o asimétrica (ADSL).

SDSL es utilizado cuando las aplicaciones requieren la misma velocidad para cargar (Uplink) y descargar (Downlink) información y, el caso más común es para realizar videoconferencia de negocios, donde se requiere que la velocidad de subida y bajada sean simétricas.

ADSL es más utilizado por usuarios residenciales, que mayoritariamente requieren descargar información y no requieren enviar o subir grandes cantidades de datos, de modo que, en este caso, la velocidad de bajada es superior a la de subida, es decir, su velocidad es asimétrica [11].

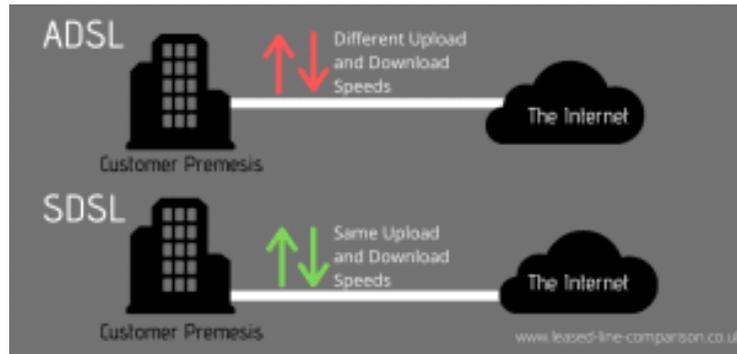


Figura 1.5. Tecnología ADSL y SDSL [12]

Pichincha, hasta septiembre de 2020, es la provincia que se encuentra en primer lugar con más conexiones a internet a través de cobre con 137008 cuentas, seguido de Guayas con 137875 cuentas y en tercer lugar se encuentra Azuay con 43400.

La gran diferencia que existe entre el número de cuentas de internet fijo entre Pichincha y Guayas y las demás provincias de Ecuador, radica principalmente en la cantidad de habitantes que existe en cada una de ellas, así como también el grado o porcentaje de penetración del internet que tiene cada población.

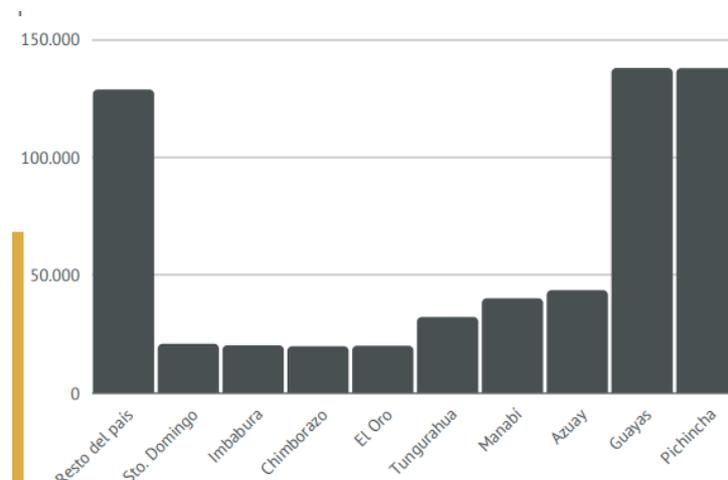


Figura 1.6. Cuentas de Internet cobre a nivel nacional hasta septiembre 2020 [10]

Cable módem (Hybrid Fiber Coaxial – HFC)

En un inicio, la tecnología HFC que es un híbrido entre fibra óptica y cable coaxial, se utilizaba únicamente para visualizar contenido, es decir, para descargar información y poder visualizarla en la televisión, de tal manera que se pueda reemplazar a la tv análoga terrestre que era propensa a las interferencias, sin embargo, con esta tecnología no era

posible que el usuario suba respuestas sobre cierta información adicional que pudiese requerir.

Las redes HFC fueron mejoradas y en la actualidad, es posible recibir y enviar información a través del mismo cable sin que exista interferencia en el servicio de contenido de televisión.

La velocidad ofrecida es de varios Mbps como con DSL, sin embargo, ésta puede verse afectada por la distancia, es por esta razón que se utiliza fibra óptica hasta el headend y los nodos de distribución y desde dicho punto se hace uso de amplificadores a determinadas distancias para que los usuarios tenga acceso a internet.

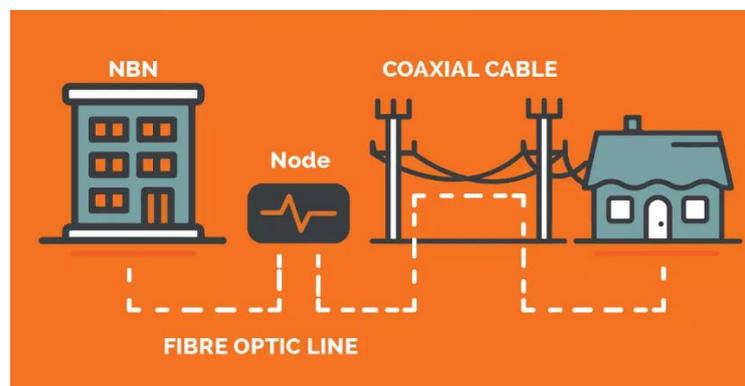


Figura 1.7. Tecnología HFC [13]

En la Figura 1.8, se puede observar que, en la provincia de Guayas, hasta septiembre de 2020, existían 213000 conexiones de internet a través de HFC, mientras que en Pichincha existían 200000.

El servicio por medio de la tecnología HFC solamente se ofertaba en 14 provincias hasta esa fecha, a través del cual se ofrecía el servicio de tv suscrita y adicionalmente se ha aprovechado su despliegue de red para ejecutar la actualización de equipos y de esta manera, ofrecer internet.

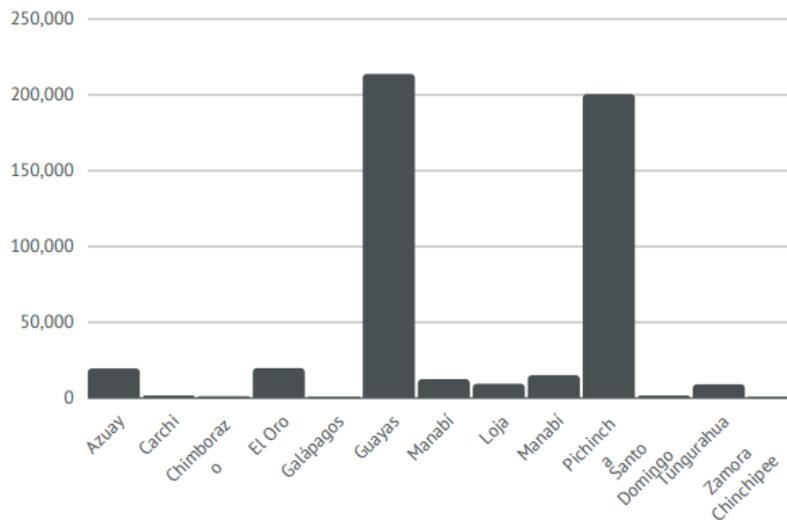


Figura 1.8 Cuentas de internet cable coaxial a nivel nacional hasta septiembre 2020 [10]

1.3.2.1.3 Tecnologías basadas en fibra óptica

Redes de Fibra Híbridas (FTTx)

Las redes de acceso de fibra óptica permiten que el cable llegue incluso hasta el hogar del cliente, lo cual ofrece un servicio de mejor calidad porque evita las interferencias electromagnéticas, tiene una alta capacidad comparada con otras tecnologías y posibilita la transmisión de datos hasta 80km, sin que se requiera de un amplificador.

Tradicionalmente, la fibra óptica ha sido utilizada en redes de transporte debido al elevado costo de los materiales necesarios y algunos inconvenientes técnicos que pueden implicar la transmisión de la información a través de pulsos de luz, sin embargo, con el desarrollo de las redes PON (Passive Optical Network - Redes Pasivas Ópticas) ha sido posible hacer uso de elementos más económicos que no requieren de equipos electrónicos, de tal manera que FTTx ha tenido un incremento a nivel mundial [14].

La diferencia entre la cantidad de clientes existentes en cada provincia es bastante grande, debido principalmente al costo que implica el acceso al servicio de internet con este tipo de tecnología.

Es así, como Pichincha encabeza la lista con 333297 conexiones, seguida de Guayas con 281151 y después le sigue Manabí con 54305 cuentas hasta septiembre de 2020.

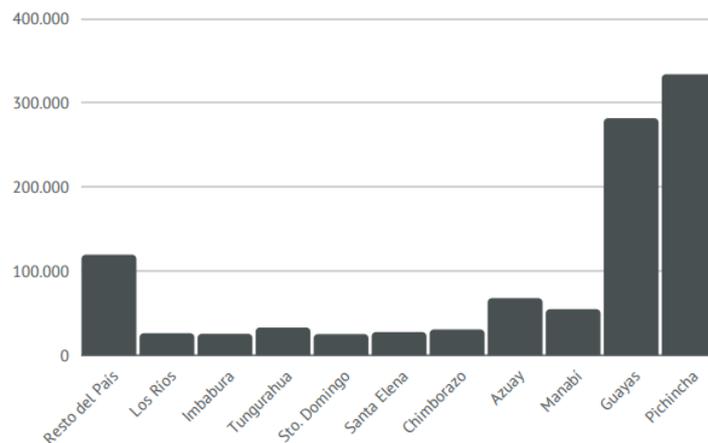


Figura 1.9. Cuentas de internet fibra óptica a nivel nacional hasta septiembre 2020 [10]

1.3.2.1.4 Tecnologías Inalámbricas

Este tipo de tecnología posibilita a los usuarios tener acceso a internet inalámbrico mediante un punto de red fijo que se encuentra conectado a través de cierta tecnología alámbrica al Internet. Dicho punto fijo permite que el usuario tenga conexión a internet, sin embargo, si se aleja demasiado de su área de cobertura, será necesario que busque otro punto de acceso para que continúe conectado al servicio, y cabe recalcar que, si el usuario se aleja del punto de acceso, la calidad de la conectividad será menor y existirá mayor interferencia por parte de los otros enlaces inalámbricos que se encuentren en el entorno.

Las siguientes son las redes inalámbricas más conocidas:

WLAN (Wireless Local Area Network - Red de Área Local Inalámbrica)

Las redes WLAN se implementan en sitios donde se tiene equipos a través de los cuales es posible tener acceso a internet mediante una tarjeta de red inalámbrica. Dicha tecnología se utiliza en laptops, tablets, smartphones y cualquier tipo de dispositivo inteligente.

Permite al usuario tener movilidad en un radio de 100 metros dependiendo del entorno en el que se encuentre.

El estándar que se utiliza es el IEEE 802.11 como es el caso del WiFi (Wireless Fidelity - Fidelidad Inalámbrica) que ha sido implementado a nivel internacional y local.

WWAN (Wireless Wide Area Networks - Redes de Área Ampliada Inalámbricas)

La red WMAN tiene mayor área de cobertura que la WLAN y alcanza algunos cientos de kilómetros que cubre incluso países enteros, dependiendo de las características del área donde se desarrolle. Las tecnologías de este tipo son Satelital y Móvil:

Servicio de Internet Satelital

Este tipo de servicio inalámbrico utiliza un satélite y por ello, alcanza una cobertura mucho mayor que el enlace móvil o fijo, pero pese a esa gran ventaja, su infraestructura de red al ser más compleja conlleva costos elevados.

Se utiliza como enlace de respaldo en las operadoras móviles o fijas, dado el caso extremo de que los enlaces terrestres tengan algún tipo de afectación y, además, los sistemas satelitales se utilizan en áreas rurales debido a que debido a políticas públicas o por la universalización del servicio, es posible implementar esta tecnología.

La tecnología satelital utiliza una antena que apunta a un satélite que se ubica en cualquier área donde disponga de cobertura y de esta manera permite brindar servicios temporalmente para casos especiales de eventos privados o públicos [15].



Figura 1.10. Servicio de Internet Satelital [10]

Servicio de acceso a internet móvil

El servicio de internet móvil basa su funcionamiento en el uso de redes celulares, las cuales originalmente fueron creadas para ofrecer el servicio de voz, sin embargo, con el transcurrir del tiempo, la tecnología ha ido evolucionando y con ella los requerimientos de los usuarios han cambiado y, es por esta razón que actualmente las redes de celulares están principalmente enfocadas en ofrecer el servicio de datos.

El número de cuentas de servicio de acceso a internet móvil en nuestro país presenta una tendencia que ha ido creciendo desde el año 2010. Los principales motivos de ello es que la tecnología ha evolucionado, se han desarrollado gran cantidad de dispositivos que pueden tener acceso a internet móvil, además se ha diversificado la industria de las telecomunicaciones, se han incrementado las aplicaciones digitales, se ha impulsado la industria de las telecomunicaciones por parte del sector privado y estatal, etc.

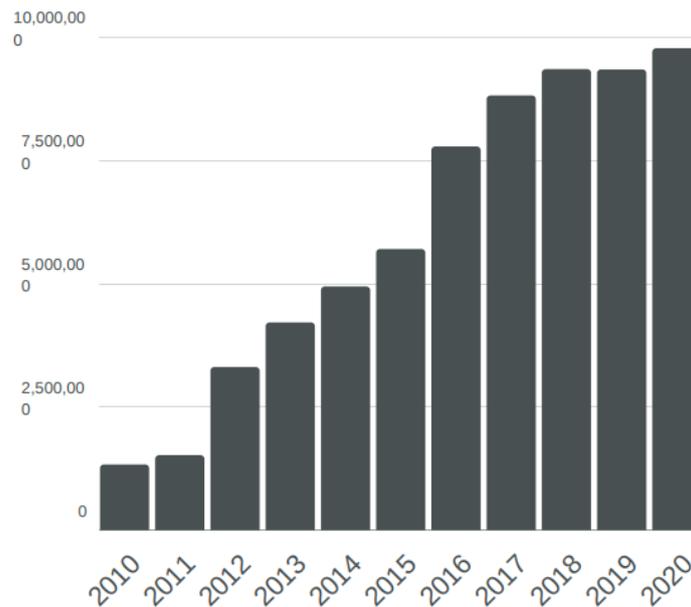


Figura 1.11. Cuentas de acceso a internet móvil hasta septiembre 2020 [10]

El crecimiento de las conexiones de servicio de internet móvil ha permitido que se desarrolle el IoT (Internet of Things - Internet de las Cosas) que es una innovación tecnológica, que, en esencia, es una combinación inteligente de dispositivos electrónicos, softwares y determinados servicios, cuyo funcionamiento se lleva a cabo con la casi nula intervención humana.



Figura 1.12. IoT – Internet de las cosas [16]

A continuación, se presenta un cuadro donde se puede observar la cantidad de cuentas de servicio de internet a nivel nacional, de acuerdo con cada tecnología explicada hasta septiembre de 2020:

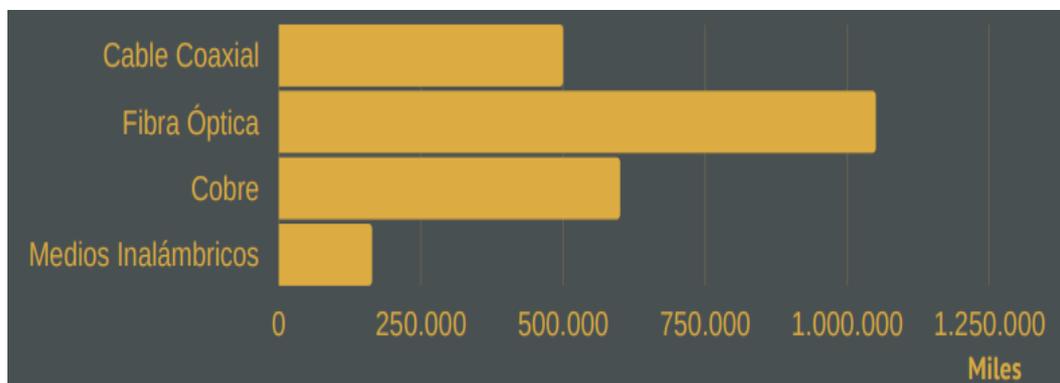


Figura 1.13. Número de cuentas de internet fijo hasta septiembre 2020 [10]

1.3.2.1.5 Capacidad Internacional

Todas las tecnologías alámbricas e inalámbricas hacen posible la conexión de los usuarios finales a las redes de los ISP, sin embargo, para que se realice la conexión a la red internacional que permite acceder al contenido disponible, es fundamental que las empresas tengan convenios con los proveedores de capacidad internacional, que son los propietarios de cables de fibra óptica submarinos.

En la Figura 1.14 se puede observar las conexiones que Ecuador tiene con el mundo:



Figura 1.14. Cables submarinos Ecuador [10]

1.3.3 DIRECCIONES IPV6 ASIGNADAS A ISP EN ECUADOR

A continuación, se enlista a los ISP que cuentan con direcciones IPv6 y la fecha en la que se les asignó:

Tabla 1.3. ISP de Ecuador con sus respectivas direcciones IPv6 [17]

ISP	DIRECCIÓN IPV6	FECHA
CNT	2800:4F0::/32	3/8/2010
	2800:370::/32	4/6/2009
Univisa SA	2803:2E00::/32	5/9/2012
GRUPO BRAVCO	2803:8300::/32	18/3/2013
Ecuadortelecom SA	2800:440::/32	21/1/2010
BRIDGE TELECOM SA	2803:3C00::/32	24/5/2012
Telconet SA	2800:2A0::/32	9/9/2008
NOVANET	2803:2200::/32	4/6/2012
Otecel SA	2800:830::/31	2/5/2011
PUNTONET SA	2800:5F0::/32	3/2/2011
Ecuonline	2803:B00::/32	30/4/2013
Comm & Net SA	2800:C10::/32	7/12/2011
TRANSNEXA SAEMA	2800:660::/31	14/7/2014
Stealth Telecom del Ecuador	2803:4C00::/32	19/4/2012
CONECCEL	2800:430::/32	12/1/2010
SAITEL	2803:A240::/32	24/7/2015
IPLANET S. A	2803:EC40::/32	1/7/2015
TV CINECABLE	2803:D180::/32	3/6/2014
	2803:D180:FFFF::/48	21/6/2016

1.3.4 AEPROVI

La Asociación de Empresas Proveedoras de Servicio de Internet, Valor agregado, portadores y Tecnologías de la Información (AEPROVI), se encarga de informar sobre las actualizaciones del Sector de las Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información a la comunidad ecuatoriana. Dicha entidad fue creada para facilitar la interacción con las empresas socias y el público en general.

AEPROVI fue creada el 1 de marzo del año 2000, debido a que los representantes legales de ocho empresas tomaron la decisión de crear una entidad sin fines de lucro y de esa manera, velar por los intereses del sector de las telecomunicaciones

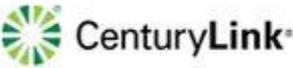
La misión de AEPROVI es promover, proteger, masificar y desarrollar el Internet, de modo que sirva como medio para conseguir el progreso social, económico, cultural y político en nuestro país.

AEPROVI tiene como objetivo buscar el progreso del sector de las telecomunicaciones, al igual que de las Tecnologías de la Información en el territorio ecuatoriano, de modo que, colabora con la elaboración de normas técnicas y reglamentos para que permitan la actualización de los diferentes servicios, así como también fomentar el desarrollo tecnológico y comercial entre sus miembros.

1.3.4.1 Socios de AEPROVI

En la actualidad, son 34 las personas naturales o jurídicas que se encuentran como miembros activos de AEPROVI y se detallan a continuación:

Tabla 1.4. Empresas pertenecientes a AEPROVI

Nº	Nombre Legal	Logotipo	URL
1	Axesat Ecuador S.A.		www.axesat.com
2	Brightcell S.A.		www.brightcell.net
3	Carlos Fernando Salas Torres		www.novanet.ec
4	CenturyLink Ecuador S.A.		www.centurylink.com
5	Conecel S.A.		www.claro.com.ec
6	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.		www.cnt.gob.ec
7	Datos y comunicaciones IT DatacomEcuador S.A.		www.datacom.ec
8	Directv Ecuador Cia. Ltda.		www.directv.com.ec

9	Gedatecu S.A.	 Fibramax SERVICIO DE INTERNET	www.fibramax.ec
10	Empresa municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca	 ETAPA EMPRESA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO	www.etapa.net.ec
11	Fastnet Cía. Ltda.	 FASTNET INTERNET SIN LIMITES.	www.fastnet.net.ec
12	Grupo Bravco S.A.	 TE UNO	www.teuno.com
13	Grupo Microsistemas Jovischa S.A.	 gms Group Microsistemas	www.gms.com.ec
14	Ingeniería de proyectos civiles y eléctricos Ingeprociel S.A.	 INGEPROCIEL S.A. INGENIERA DE PROYECTOS CIVILES Y ELECTRICOS	
15	In.Planet S.A	 in planet más que internet	www.in-planet.net
16	Intertelnet S.A.	 INTERTELNET CORPORATE TELECOM	www.intertelnet.com.ec
17	Linknet360 S.A.	 LINKNET 360	www.linknet360.com
18	Magozolutions S.A.	 magicnet La Magia de las Redes	www.magozolutions.com
19	Media Commerce MEDCOMM S.A.	 MÉDIA commerce Conecta oportunidades	www.mediacommerce.ec
20	Megadatos S.A.	 Netlife INTERNET QUE CONECTA TU VIDA	www.netlife.ec
21	Necusoft Cía. Ltda.	 N	www.nettplus.net

22	Negocios y telefonía Nedetel S.A.		www.nedetel.net
23	New Access S.A.		www.new-access.com
24	Otecel S.A.		www.movistar.com.ec
25	Puntonet S.A.		www.puntonet.ec
26	Soluciones avanzadas informáticas y telecomunicaciones saitel.ec		www.saitel.ec
27	Servicios de telecomunicaciones Setel S.A.		www.grupotvcable.com
28	Servicios de transmisión informática S.A Integraldata		www.integraldata.net.ec
29	Security data seguridad en datos y firma digital S.A.		www.securitydata.net.ec
30	Telconet S.A.		www.telconet.net
31	Telxius Cable Ecuador S.A.		https://telxius.com
32	Ufinet Ecuador UFIEC. S.A.		www.ufinet.com
33	Univisa S.A.		www.univisa.com.ec
34	William Armando Garzón Játiva		www.wisp.net.ec

Cuando AEPROVI inició su actividad, incentivó la implementación de la infraestructura de red que permitiera intercambiar tráfico de internet localmente, es decir, que se origine y termine en Ecuador, a la cual se le denominó NAP Ecuador (NAP.EC) [18].

1.3.4.2 NAP. EC

NAP.EC es una infraestructura tecnológica que hace posible el intercambio local de tráfico de internet que se origina y termina en Ecuador, en otras palabras, esta infraestructura forma parte importante del Internet y se le denomina IXP (Internet eXchange Point - Punto de intercambio de tráfico) o frecuentemente se acorta el término a solamente IX.

Fue creado y empezó su funcionamiento el 4 de Julio de 2001 con el aval de CONATEL, sin embargo, estuvo en modalidad de prueba hace algún tiempo atrás.

La entidad AEPROVI se encarga de administrar NAP.EC desde su origen de manera imparcial y sin fines de lucro, cuyas funciones principales son velar por que se cumplan los compromisos que fueron asumidos por los socios o participantes y brindar el soporte técnico requerido.

Para formar parte de NAP.EC no es necesario ser socio de AEPROVI.

No existe regulación alguna que rija al estado ecuatoriano sobre NAP.EC, pero pese a ello, el ente regulador tiene la potestad de solicitar información cuando lo considere pertinente sobre las estadísticas de tráfico, los porcentajes de ocupación de los enlaces, así como también de los participantes.

NAP.EC se originó con el objetivo de desplegar sus beneficios en todo el territorio ecuatoriano, es por ello que, AEPROVI tiene la función de implementar y habilitar los nodos o puntos de presencia que se necesiten de acuerdo con los requerimientos de intercambio de tráfico a nivel local.

Desde inicios de 2009, NAP.EC tiene operativo el intercambio de tráfico sobre IPv6.

1.3.4.2.1 Topología de NAP.EC

En la actualidad existe infraestructura de NAP.EC en las ciudades de Quito y Guayaquil.

En los puntos de presencia, las empresas participantes se conectan a la infraestructura de capa 2 que es un conmutador Ethernet, y por medio de esa conectividad se configura el protocolo de enrutamiento entre el router de borde y el servidor de rutas del punto de intercambio de tráfico.

NAP.EC es una infraestructura que cuenta con sus propios números de sistemas autónomos (ASN - Autonomous System Number) y de la misma manera, maneja su rango de direcciones IP propio.

Hasta febrero del presente año, se tiene 19 AS conectados directamente a NAP.EC.

En el siguiente gráfico se muestra la topología lógica de NAP.EC y los participantes hasta la actualidad:

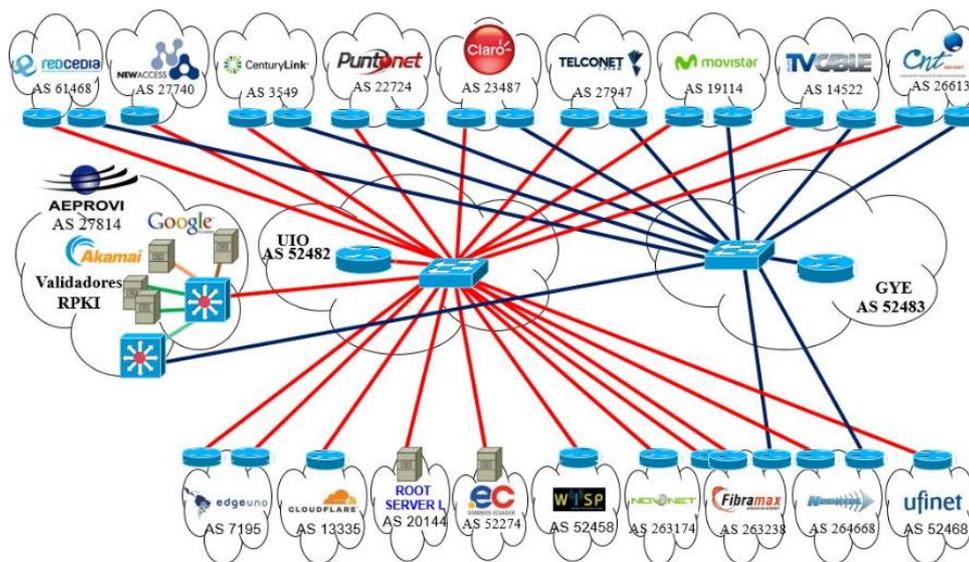


Figura 1.15. Topología de NAP.EC y sus participantes [19]

1.3.5 ESTADO DEL DESPLIEGUE DE IPV6 EN ECUADOR EN EL AÑO 2012.

En el año 2012 se realizó el tema de tesis “ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA IMPLANTACIÓN DE IPV6 EN LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET A NIVEL NACIONAL”, [20] el cual es un insumo muy importante para nuestro análisis durante el desarrollo del presente trabajo y, por ende, que sea posible cumplir con los objetivos propuestos.

Tomando en cuenta este documento, podemos considerar lo siguiente:

- En el año 2012 algunos fabricantes ofrecen soporte IPv6 en sus productos, sin embargo, la realidad es que lo otorgan parcialmente o para futuras actualizaciones.
- De acuerdo con los ISP, uno de los sectores más interesados en adquirir bloques de direcciones IPv6 es el académico, debido a que requieren desarrollar nuevas tecnologías y por ende definir los mecanismos idóneos para la implementación del protocolo en distintos esquemas de red.

- Los ISP manifiestan que la transición de IPv4 a IPv6 va a realizarse en un período de seis meses a tres años, de tal manera que el tráfico IPv6 que se genere en los proveedores sea aproximadamente el 50% en un período no mayor a 10 años.
- Si bien la mayoría de ISP han empezado a implementar IPv6 o tienen planificado hacerlo en un período no superior a 3 años, existe un 20% de proveedores de servicio de internet que no han previsto aún su implementación, lo cual lleva a pensar que no existe el 100% de interés por parte de los usuarios y por tanto de los distintos operadores.
- De acuerdo con el Modelo Jerárquico de Red de los ISP, la mayor cantidad de equipos que deberían renovarse se encuentran en la Capa de Distribución, principalmente porque en los últimos años se han implementado diferentes tipos de tecnologías y desafortunadamente no soportan IPv6, mientras tanto en la Capa de Núcleo no es necesario renovar equipos porque basta con actualizar los IOS de cada uno.
- El mecanismo de Doble Pila es el que se considera el más idóneo para la implementación de IPv6, debido a que permite la coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6, los otros servicios y aplicaciones trabajan únicamente con IPv4, es así que la opción más acertada es el mecanismo de Doble Pila.
- Con el evento realizado por el Día Mundial de IPv6 se demostró que 1000 de los sitios web más importantes del mundo, sí se encuentran preparados para recibir al relativamente nuevo protocolo y trabajar con su estructura.
- Los países con mayor cantidad de direcciones IPv6 asignadas pertenecientes a LACNIC son Brasil con un 39.5% y México con el 34.3%, en el caso de nuestro país, únicamente cuenta con el 1.5%.
- Adicionalmente, tomando en consideración que LACNIC cuenta solamente con el 1% de direcciones IPv6 que han sido asignadas a nivel mundial, se podría afirmar que dicha región se encuentra retrasada con respecto a las otras regiones como lo son RIPE que se encarga de asignar direcciones IP a los países europeos, debido a que cuenta con un 45.9% y le precede APNIC que asigna direcciones a países asiáticos con un 34.5%.

1.3.6 ARCOTEL

ARCOTEL es la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, se encarga de otorgar a las empresas de telecomunicaciones el título habilitante para que provean de servicio de internet en Ecuador, para lo cual, el ISP debe registrarse en la ARCOTEL y cumplir con todos los requisitos solicitados en la página web.

De acuerdo al Boletín publicado por dicha entidad estatal en junio de 2021 [21], los operadores que prestan el servicio de acceso a internet a través de distintas modalidades suman un total de 789.

Tomando en cuenta que existen 2.409.618 de cuentas a nivel nacional, se puede afirmar que la mayor participación de mercado la tiene la empresa estatal CNT EP que cubre un 31.32%, seguido de MEGADATOS S.A con una participación del 22.45%, CONECEL S.A cuenta con el 12.08%, SETEL S.A dispone del 11.25%, seguido de PUNTONET con el 4.61%, seguido de ETAPA E.P. con el 3.09%, TELCONET con el 1.14%, le sigue Pacheco Saguay Luis Eduardo con el 1.04%, NECUSOFT con un 0.75% y finalmente IN.PLANET S.A. con un 0.73%. Cabe recalcar que el resto de los abonados se encuentran distribuidos en el resto de los proveedores de acceso a internet y representan el 12.49% de la cuota de mercado.

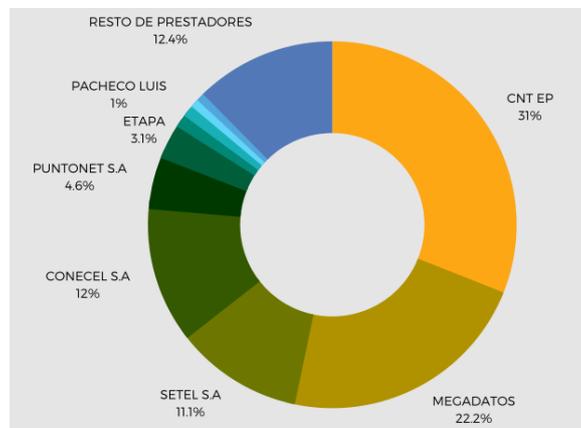


Figura 1.16. Participación de mercado en términos del total nacional de cuentas de internet fijo por prestador - septiembre 2020 [21]

El indicador que se utiliza para determinar el nivel de participación económica de un mercado se denomina Índice de Herfindal-Hirschamrn (IHH) [22] y en el caso de las prestaciones de servicio de acceso a internet también se hace uso de dicho indicador.

En la siguiente figura se puede observar que el mercado cuenta con gran cantidad de competidores de proveedores de servicio de internet y la penetración o concentración en éste posee una tendencia decreciente. Para ese análisis se han tomado en cuenta los

meses de junio y diciembre desde el año 2016 hasta el 2021, como se puede observar en la gráfica:

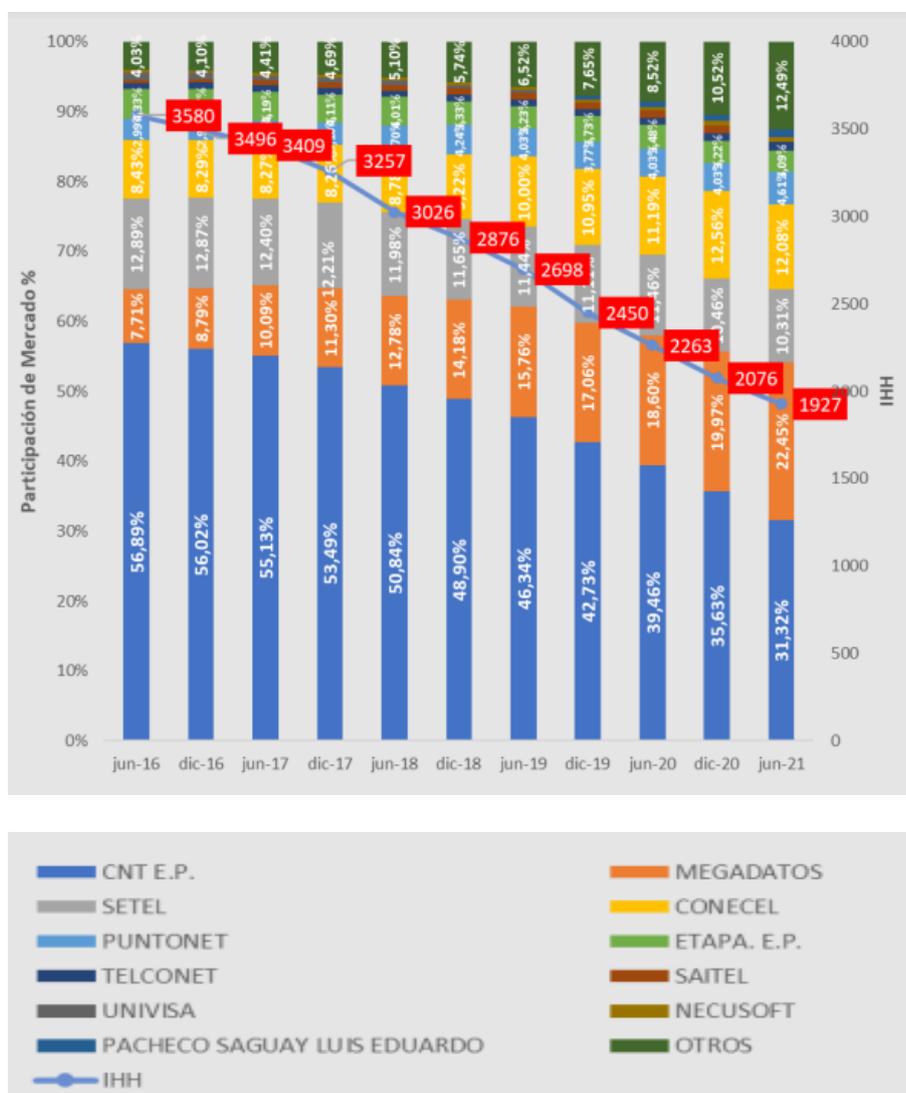


Figura 1.17. IHH del servicio de acceso a internet [21]

1.3.7 LACNIC

LACNIC (Latin America and Caribbean Network Information Centre) es el Registro de Direcciones de Internet de América Latina y el Caribe, se encarga de administrar las direcciones IPv4 e IPv6, así como también los números de sistemas autónomos (ASN), mediante el desarrollo de determinadas políticas.

Es una entidad internacional con sede en Montevideo - Uruguay, cuyo objetivo es promover y defender los intereses de la comunidad ubicada en la región y, además, se encarga de

generar las condiciones necesarias para que Internet sea una herramienta efectiva en el desarrollo económico y la inclusión social en América Latina y el Caribe.

LACNIC es una organización administrada y dirigida por 7 miembros que son elegidos por sus socios, está conformada por más de 12000 entidades que se encargan de la operación de las redes y brindan su servicio en 33 territorios de América Latina y el Caribe [23].

LACNIC informó el 19 de agosto de 2020, que al haber entregado el último bloque de direcciones IPv4, comienza a poner en marcha políticas restrictivas para la entrega de recursos web en el continente, lo que en la práctica significa el agotamiento de estas direcciones para los operadores de redes en la región.

En la actualidad, solamente cuenta con recursos IP recuperados, devueltos y con una reserva que se encuentra destinada a infraestructura crítica. De éstos, solamente se pueden realizar asignaciones entre un prefijo 22 y un prefijo 24, de modo que un miembro nuevo únicamente podrá recibir una sola asignación inicial de este espacio.

En esta etapa, podrán recibir asignaciones de direcciones IPv4, exclusivamente los socios de LACNIC que no las hayan recibido previamente, para lo cual se tiene que ingresar una solicitud, sin que esto garantice que efectivamente reciba los recursos, debido a que cada solicitud debe someterse a un correspondiente análisis.

Para obtener la información sobre los requisitos pertinente para solicitar IPv4 e IPv6 es necesario acceder a la página web: <https://www.lacnic.net/solicitar-ip>

Además, es importante considerar que el 10 de junio de 2014, Raúl Echeberría, Director Ejecutivo de LACNIC, manifestó en un comunicado, que el hecho de utilizar la versión 6 del Protocolo de Internet adquiere mayor importancia, con un gran sentido de urgencia, de modo que los proveedores de conectividad puedan satisfacer la demanda de sus clientes y de los nuevos usuarios.

Para llevar a cabo la transición y coexistencia del IPv4 a IPv6, es necesario desarrollar un trabajo oportuno, ejecutando políticas públicas que promuevan la masificación de las Tecnologías de la Información y Comunicación, para llegar a todos los sectores de la sociedad, con el fin que todos los ciudadanos accedan a información, la generen y de igual manera, tengan acceso al conocimiento, mediante el uso efectivo de las TIC, integradas activamente al proceso de transformación económica y social [24].

1.3.7.1 Manual de políticas de LACNIC

Para comprender cómo se realiza la distribución, es necesario conocer el significado de los acrónimos de las siguientes entidades:

- **IANA (Internet Assigned Number Authority - Autoridad de números asignados en Internet):** Se encarga de distribuir parte del espacio global de las direcciones IP y los ASN a Registros Regionales de acuerdo a las necesidades.
- **IR (Internet Registry - Registro de Internet):** Es la organización encargada de la distribución de espacios de direcciones IP a sus miembros y adicionalmente, del registro de esa distribución. Los IR se clasifican de acuerdo a su función principal y también en base a su alcance territorial dentro de la estructura jerárquica delineada en la figura anteriormente.
- **RIR (Regional Internet Registry - Registro de Internet Regional):** Son establecidos y autorizados por las comunidades regionales y están en la capacidad de servir y representar grandes regiones geográficas. Su rol principal es administrar y distribuir los recursos de Internet dentro de las regiones correspondientes.
- **NIR (National Internet Registry - Registro de Internet Nacional):** Se encarga de distribuir los recursos de Internet a sus miembros, los cuales generalmente son LIR.
- **LIR (Local Internet Registry - Registro de Internet Local):** Es un IR que asigna recursos de Internet a sus usuarios de los servicios de red. Los LIR son generalmente ISP, donde, sus clientes son principalmente usuarios finales y posiblemente otros ISP.
- **ISP (Internet Service Provider - Proveedor de Servicios de Internet):** Se encarga de asignar espacio de direcciones IP a sus usuarios finales de los servicios de red. Sus clientes pueden ser inclusive otros ISP. Los ISP no poseen restricciones geográficas como sucede en el caso de los NIR.
- **EU (End Site - Sitio Final):** Se define como un usuario final o también denominado suscriptor que tiene una relación legal con el ISP.

Cabe recalcar la importancia de conocer la diferencia que existe entre en término Distribuir y Asignar en el contexto de las políticas de LACNIC.

El significado de Distribuir se refiere a delegar el espacio de direcciones a los IR con el propósito de que ellos realicen la distribución subsiguiente.

Asignar se refiere a delegar espacio de direcciones a un usuario final, para su uso específico dentro de la infraestructura de Internet de la que están a cargo. El espacio de direcciones se asigna únicamente para los propósitos específicos documentados por organizaciones determinadas y no están autorizados a subasignar a otras partes.

LACNIC lleva a cabo la distribución del espacio de recursos de numeración a través de un sistema jerárquico, de tal manera que, para América Latina y el Caribe, el espacio de direcciones IP es distribuido por la IANA a LACNIC, que a su vez se encarga de distribuir las direcciones IP a los NIR, ISP que serán asignados a los usuarios finales [25].

1.3.7.1.1 Políticas para la Distribución y Asignación de Direcciones IPv6.

A continuación, se consideran las políticas más importantes para el desarrollo de esta investigación [25]:

Alcance

El espacio de direcciones Unicast 2000::/3 es el espacio globalmente único de direcciones Unicast que la IANA puede encargarse de distribuir a los RIR.

Los usuarios finales van a recibir generalmente asignaciones de /48, sin embargo, en esta sección se pone énfasis a las recomendaciones a los LIR/ISP con respecto a las asignaciones a sus usuarios y clientes que se encuentran conectados.

Utilización

IPv6, generalmente es asignado a usuarios finales en cantidades fijas, cuya utilización real de recursos de direccionamiento dentro de cada asignación ha de ser baja si se compara con las asignaciones del protocolo IPv4.

En IPv6, la utilización se mide en términos de los prefijos asignados a usuarios finales y no en sí al tamaño de estos, ni al número de direcciones que han sido realmente utilizadas dentro de los mencionados prefijos, de modo que es necesario que se entienda este hecho claramente.

Inclusión del ASN originador en el WHOIS cuando estuviera disponible

El servicio WHOIS [26] es un sistema distribuido de consultas de información sobre recursos de internet que permite obtener información sobre el propietario de un nombre de dominio o una dirección IP en Internet.

LACNIC incluye en la información del sistema de consultas denominado WHOIS, el Sistema Autónomo que origina todos los prefijos que han sido asignados por LACNIC, siempre y cuando los datos se encuentren disponibles y es responsabilidad de los miembros proveer de dicha información.

Si la información referente al Sistema Autónomo no estuviese especificada, el WHOIS indicará esa novedad.

Espacio de direcciones no debe ser considerado propietario

Los espacios de direcciones no son considerados propietarios, más bien, se debe entender que el espacio globalmente único de direcciones Unicast de IPv6 son distribuidas y asignadas en base a licencias, las cuales deben renovarse periódicamente, además están sujetas a ciertas condiciones que deben aplicarse. Los RIR se encargan de renovar las licencias automáticamente, siempre y cuando las empresas solicitantes cumplan con los criterios bajo los cuales se le otorgaron las direcciones, caso contrario, si dichas direcciones no se están usando como se deberían o no se están rigiendo a las obligaciones asociadas, los RIR podrían no renovar la licencia.

Distribución Mínima

Para que se facilite el filtro que se basa en el prefijo, los RIR asignan un mínimo tamaño para la distribución del espacio de direcciones IPv6 y es /32.

Consideraciones de la infraestructura de IPv4

Si un ISP de IPv4 solicita espacio IPv6 para realizar una transición final de servicios ya existentes, se toma en cuenta el número de clientes que dispone hasta ese momento, de modo que ese hecho justificaría un pedido más grande de espacio de direcciones IPv6.

Distribuciones de direcciones IPv6 a LIR o ISP con distribuciones IPv4 previas realizadas por LACNIC.

LACNIC se encargará de distribuir bloques de direcciones IPv6 a un ISP o LIR que disponga de direcciones IPv4 previamente asignadas, la distribución será de un /32 si se cumple con lo mencionado y dado el caso que se requiera una distribución inicial más grande, el ISP debe presentar la información solicitada para que así sea [27].

Distribuciones de direcciones IPv6 a LIR o ISP sin distribuciones IPv4 previas realizadas por LACNIC.

Si una organización desea solicitar una distribución inicial de un espacio de direcciones IPv6, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser un ISP o LIR.
- Presentar un documento detallado sobre el servicio y conectividad IPv6 que va a ofrecer a otras entidades o a sus propios departamentos afines y se les asignará /48.

- Debe anunciar en el sistema de rutas interdominio de internet el bloque que le asignaron, en un plazo no mayor a 12 meses.
- Debe ofertar el servicio IPv6 a clientes y departamentos propios en un plazo no superior a 24 meses.

Tamaño de distribución inicial

Para que se realice una distribución inicial mayor a /32, las organizaciones deben entregar documentación que sustente su pedido, dicha distribución inicial se basa en el espacio que se requiera para determinado número de clientes, extensión de la infraestructura, estructura jerárquica y geográfica, segmentación de la infraestructura, entre los aspectos más importantes, por razones de seguridad.

Rectificación del tamaño de distribución inicial

Si durante el despliegue de IPv6, una organización determina que va a necesitar un mayor espacio de direcciones, será necesario que justifique un nuevo plan de direccionamiento y no deberá cumplir con los requisitos de la asignación subsiguiente. El tamaño solicitado debe ajustarse al plan de direccionamiento y siendo así debería calificar para la ampliación del actual prefijo y dado el caso de que no sea posible asignar esa longitud de prefijo, debido a que ya están siendo usados por otras empresas o a su vez o por cualquier motivo que fuese, LACNIC tiene que notificar al solicitante y se puede optar por:

- Esperar un plazo de 6 meses, tiempo en el cual se recibirá un prefijo con el tamaño requerido, por lo que será necesario volver a numerar la red de organización y devolver la distribución original a LACNIC.
- Se puede recibir otro prefijo para completar el plan de direccionamiento, de modo que es necesario anunciar al prefijo original y el nuevo solicitado en la reciente distribución.

Dicho procedimiento puede ser realizado una sola vez por cada empresa, por lo que es pertinente que se estudie con mesura el plan de direccionamiento definitivo a mediano y largo plazo.

Distribución subsiguiente

Las empresas que dispongan de una distribución IPv6 pueden solicitar distribuciones subsiguientes tomando en cuenta las siguientes políticas:

La distribución subsiguiente será realizada cuando un ISP o LIR cumpla con el umbral de utilización en base a la cantidad de usuarios en unidades de asignaciones de /48.

Para determinar el umbral de utilización que justifica la distribución de direcciones adicionales se utiliza el HD Ratio, el cual se considera adecuado para justificar el espacio de direcciones adicionales cuando es equivalente a 0.94.

Tamaño de la distribución subsiguiente

Si una empresa ha alcanzado la aceptable utilización de su espacio de direcciones, puede obtener otra distribución que podría ser el doble de su espacio actual.

Siempre y cuando sea posible, la distribución podría realizarse de bloques adyacentes, en otras palabras, la distribución ya existente se extiende un bit hacia la izquierda.

Cuando una empresa requiere más espacio de direcciones, es necesario que lo justifique con un documento donde conste el número de usuarios que dispone al momento, los requerimientos para sus clientes, extensión de la infraestructura de la organización, estructura jerárquica y geográfica de la empresa, segmentación de la infraestructura y el tiempo previsto para la distribución subsiguiente.

Distribución de LIR a ISP

Si bien no existe una política para la distribución de espacio de direcciones de una LIR a ISP subordinados, cada LIR está en la potestad de crear sus propias políticas e incentivar un uso adecuado del bloque de direcciones total que se ha distribuido al LIR.

Todas las asignaciones /48 a usuarios finales deben ser registrados por el LIR o sus ISP subordinados, de tal manera que el RIR/NIR evalúe adecuadamente el HD Ratio en el caso de que se requiera una distribución subsiguiente.

Asignaciones por parte de los ISP

Un LIR puede realizar asignaciones de IPv6 tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Asignación del espacio de direcciones

Para llevar a cabo las asignaciones, es necesario conocer las necesidades de los usuarios del ISP en base a las recomendaciones existentes (RIPE-690), que se mencionan a continuación:

Para evitar procesos de remuneración, es necesario asignar al usuario un prefijo múltiplo de 64, tal que sea el idóneo para cumplir con sus necesidades actuales y futuras, haciendo hincapié en los protocolos ya existentes y posibilidades en un futuro.

Aunque el tamaño del prefijo asignado es una decisión tomada por el LIR/ISP, es recomendable hacer uso de una infraestructura simple y funcional con /48 para los extremos de la red.

Los RIR/NIR no solicitan información minuciosa sobre las redes de usuarios de IPV6 como sucede con IPv4 debido a que nos les concierne la longitud de direcciones que asignan los LIR/ISP, salvo en los casos mencionados en la Distribución subsiguiente o si se requiere medir la utilización pertinente.

Asignación a la infraestructura del operador

Una empresa, ya sea ISP o LIR está en la posibilidad de asignar un /48 a través de PoP (Punto de presencia), de tal manera que ofrezca el servicio de infraestructura de servicio IPV6. La asignación a cada PoP se considera como una asignación, sin tomar en cuenta la cantidad de usuarios que usen dicho PoP, es decir, es posible que cada operador realice la asignación por separado, en función de sus propias operaciones.

Asignaciones directas a usuarios finales.

LACNIC asigna direcciones IPv6 portables, es decir que son independientes del proveedor, directamente a los usuarios finales, tomando en cuenta si la empresa dispone o no de asignaciones de direcciones IPv4 portables que se hayan realizado por LACNIC.

Microasignación en IPv6

Es posible llevar a cabo microasignaciones en el caso de proyectos de redes clave para el desarrollo de IPv6 como: Internet Exchange Point (IXP), Network Access Point (NAP), proveedores de DNS, RIR, etc. Los prefijos asignados serán mayores o iguales a /32 y menores o iguales a /48.

Los IXP y NAP para solicitar microasignaciones deben cumplir con los requisitos de a continuación:

- Comprobar su calidad de IXP o NAP a través de sus estatutos, además deberá tener al menos tres miembros y una política que permita asociarse a más.
- La organización tiene que presentar un diagrama de la estructura de la red de la misma.
- Tiene que enviar el plan de numeración que se va a usar.
- Presentar un plan de utilización para un período de tres a seis meses.

Las micro asignaciones asignadas son de un tipo específico de bloques de direcciones reservados y LACNIC se encargará de publicar la lista de los bloques mencionados y las micro asignaciones realizadas.

Registro de asignaciones

Las asignaciones de bloques IPv6 de prefijos /48 o menores, que hayan realizado los ISP a sus clientes, deben ser registrados en el WHOIS en un plazo de 7 días desde su asignación, debido a que LACNIC hace uso de la información disponible en dicha base cuando lleva a cabo el análisis de las solicitudes de bloques IPv4 realizadas por los ISP.

El registro de asignaciones es necesario para determinar que el IR culminó con la distribución de las direcciones, de tal manera que la distribución del espacio adicional sea justificada y, además, permite brindar la información pertinente a la comunidad, sobre qué organización está utilizando el espacio de direcciones IPv6.

Información Necesaria

La información requerida cuando se registran las asignaciones en el WHOIS es: nombre de la empresa, dirección postal, contactos técnicos, administrativos e inclusive de abuso, con los respectivos números de teléfono y correos electrónicos debidamente actualizados.

Clientes residenciales

Los ISP que brindan servicio a clientes residenciales deben registrar en el WHOIS de LACNIC los bloques de direcciones que estén siendo utilizados por los equipos o en atención al cliente.

La información que debe registrarse es: el área de servicio, la dirección postal del ISP, números de contactos administrativos, técnicos del ISP, así como también correos electrónicos.

Privacidad de Clientes residenciales

Cuando los clientes residenciales reciben bloques IPv6 con prefijo /48 o menor, no es necesario que registren sus datos en el WHOIS. Si un cliente residencial de un ISP recibe un bloque IPv6 con /48 o menor, puede o no registrar dicha asignación en el WHOIS, ingresando sus datos y código que le sirva como referencia interna, sin embargo, los datos de contacto técnicos, administrativos y de abuso deben ser del ISP.

Poseedores de IPv6 ya existentes

Las empresas que han recibido bloques IPv6 con prefijo /35 pueden expandir su distribución a un prefijo /32 sin que sea necesario justificar este hecho.

IPv6 Fusiones, adquisiciones, reorganizaciones y reubicaciones

LACNIC no reconoce la venta o transferencia de los recursos de direccionamiento sin autorización y, por ende, considera dichas transferencias inválidas.

Es posible que LACNIC procese y registre la transferencia de bloques IPv6 siempre que hayan sido resultado de fusiones, adquisición, reorganización o reubicación, parcial o completa, ya sea que se trate de recursos de ISP o de usuarios finales.

Para dar trámite a dicha gestión y proceder a registrar las direcciones, se debe proporcionar los documentos legales pertinentes a LACNIC como se menciona a continuación:

- Copia del documento que respalde la transferencia de activos.
- Inventario de los activos usados por la entidad que hará uso del espacio de recursos de direccionamiento.
- Lista de los clientes que utilizan los recursos, por parte del solicitante.
- Además, es necesario que se justifique la necesidad de mantener el conjunto de recursos de direccionamiento, de modo que, si fuese el caso, se retorne el excedente o se realice la transferencia a terceros, de acuerdo con las políticas vigentes.
- Si se tuviera que retornar los recursos, LACNIC debe determinar en qué condiciones y el plazo.

1.3.8 ESTADÍSTICAS DE ADOPCIÓN DE IPV6

1.3.8.1 LACNIC

De acuerdo a un informe publicado por LACNIC el 31 de mayo de 2021, se ha suscitado un cambio significativo en los índices de IPv6, debido a que, en América del Sur, algunos países cuentan con penetraciones altas en lo que a dicho protocolo se refiere. Según las estadísticas, los países que lideran el ranking son Brasil que cuenta con una penetración de IPv6 del 38.94% y Uruguay con el 38.05%, le sigue Guyana Francesa con el 37.50%, después Ecuador con el 27.30%, seguido de Perú con el 22.75%, Paraguay con el 19.45% y Argentina con el 17.91%.



Figura 1.18. Despliegue de IPv6 por subregiones [28]

Según Carlos Martínez, Gerente de Tecnologías de LACNIC, el país que lidera a los países de la región, es México y cuenta con una penetración superior al 40%, con lo cual queda demostrado que está creciendo rápidamente.

Guatemala fue uno de los primeros países que desplegó IPv6 en América Central y actualmente empezó a crecer de nuevo, además Honduras y El Salvador han mostrado síntomas de iniciar el despliegue de IPv6.

En los países del Caribe es donde todavía cuesta que se despliegue IPv6, debido a que no se toma a dicho protocolo como una necesidad. Sin embargo, es interesante recalcar que, en Trinidad y Tobago, así como también en República Dominicana ya se está empezando con el despliegue de IPv6.

1.3.8.2 CISCO

De acuerdo con las estadísticas mostradas en la página de estadísticas de adopción de IPv6 de Cisco del año 2022 [29], sobre los diferentes parámetros en lo que a IPv6 se refiere a nivel de Ecuador, se tiene que su despliegue representa el 51.53%, el porcentaje de prefijos es del 24,87%, el tránsito de AS es 84.59%, el contenido IPv6 corresponde al 67.25% y de los usuarios el 24.4%, cuya cantidad equivaldría a 2755000 usuarios en el territorio ecuatoriano.

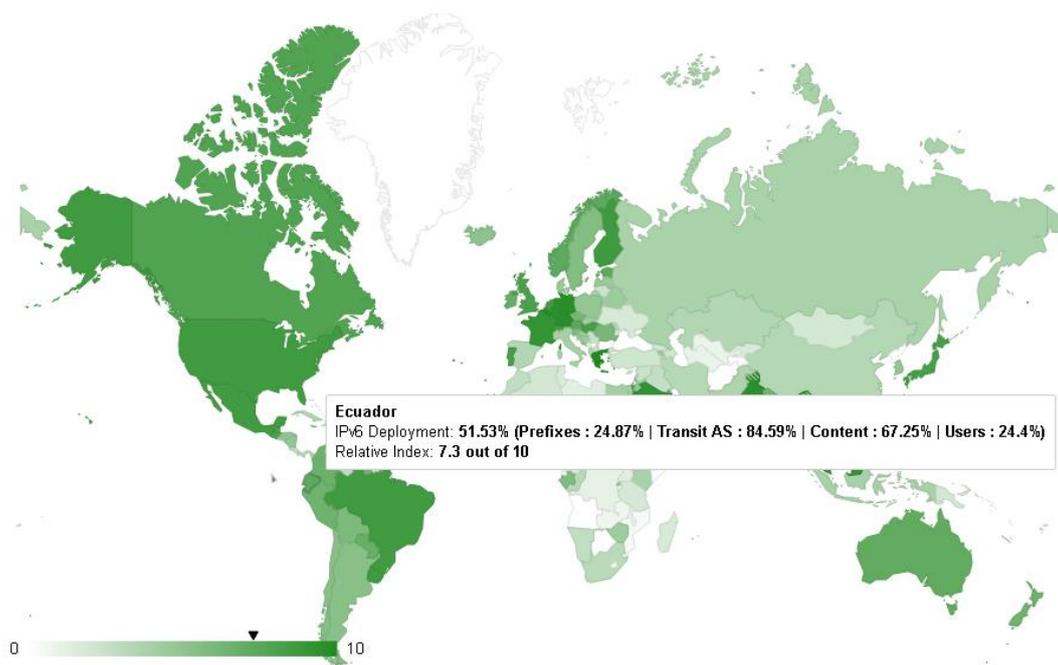


Figura 1.19. Porcentaje de parámetros IPV6 en Ecuador [29]

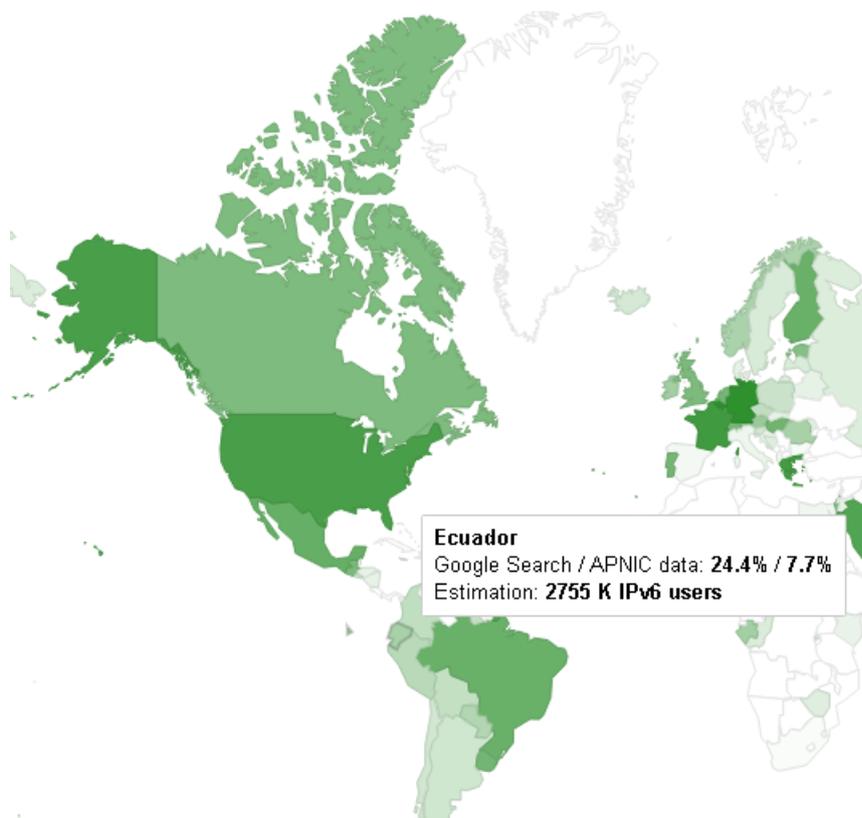


Figura 1.20. Cantidad de usuarios IPv6 en Ecuador [29]

A continuación, se presenta la gráfica del porcentaje de usuarios IPv6 a nivel mundial que equivale al 37.49%.

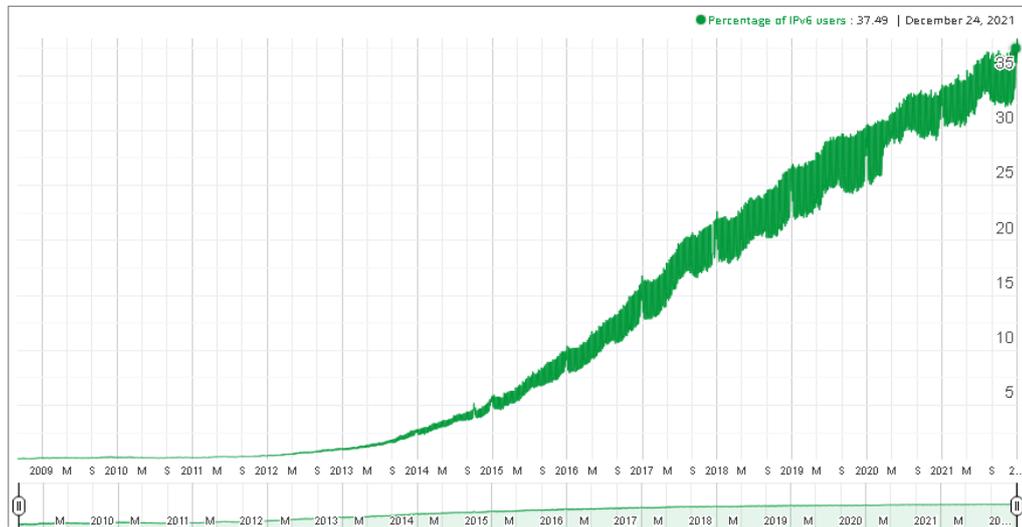


Figura 1.21. Porcentaje de usuarios IPv6 a nivel mundial [29]

1.3.8.3 GOOGLE

Google se encarga de recopilar información sobre las estadísticas de la adopción de IPv6 en Internet continuamente y dichos datos pueden ser usados por Proveedores de Servicio de Internet, investigadores y personas interesadas en conocer cómo marcha el despliegue de dicho protocolo, ya sea a nivel de un país específico o a nivel mundial.

A continuación, se puede observar que el porcentaje de adopción IPv6 en Ecuador hasta el 2 de enero de 2022 es del 27.53%:

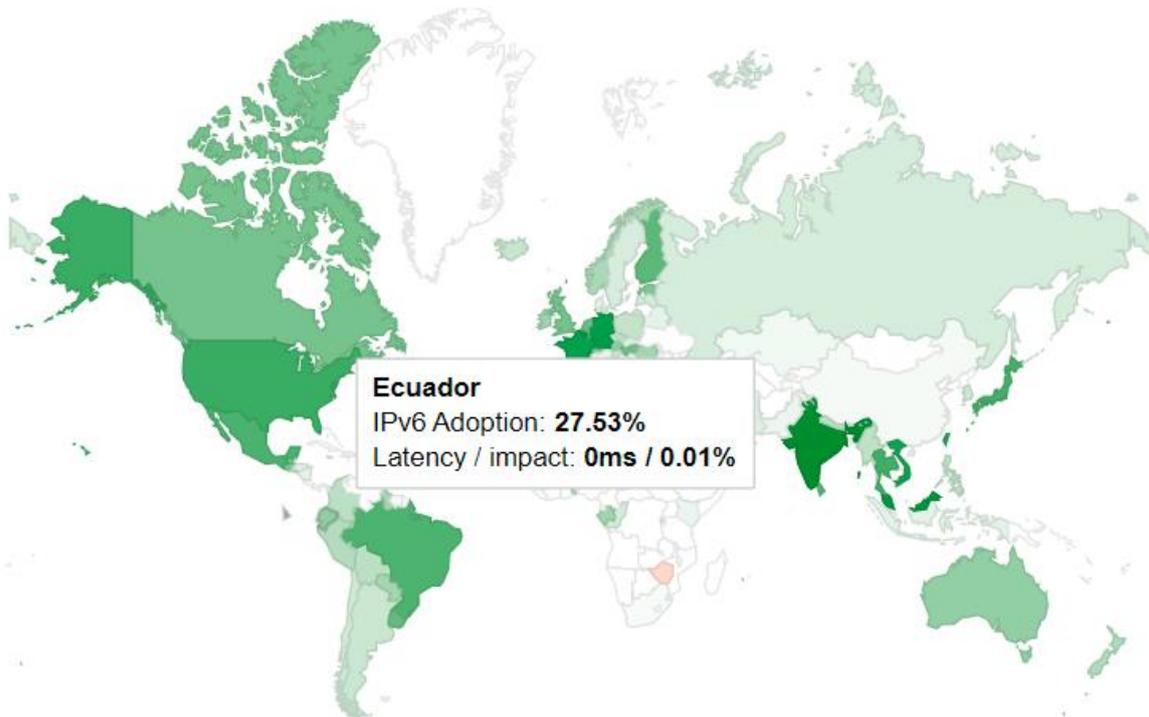


Figura 1.22. Porcentaje de adopción IPv6 en Ecuador según Google [30]

En la Figura 1.23 se puede apreciar que el porcentaje de IPv6 nativo corresponde al 37.15% el 2 de enero de 2022:

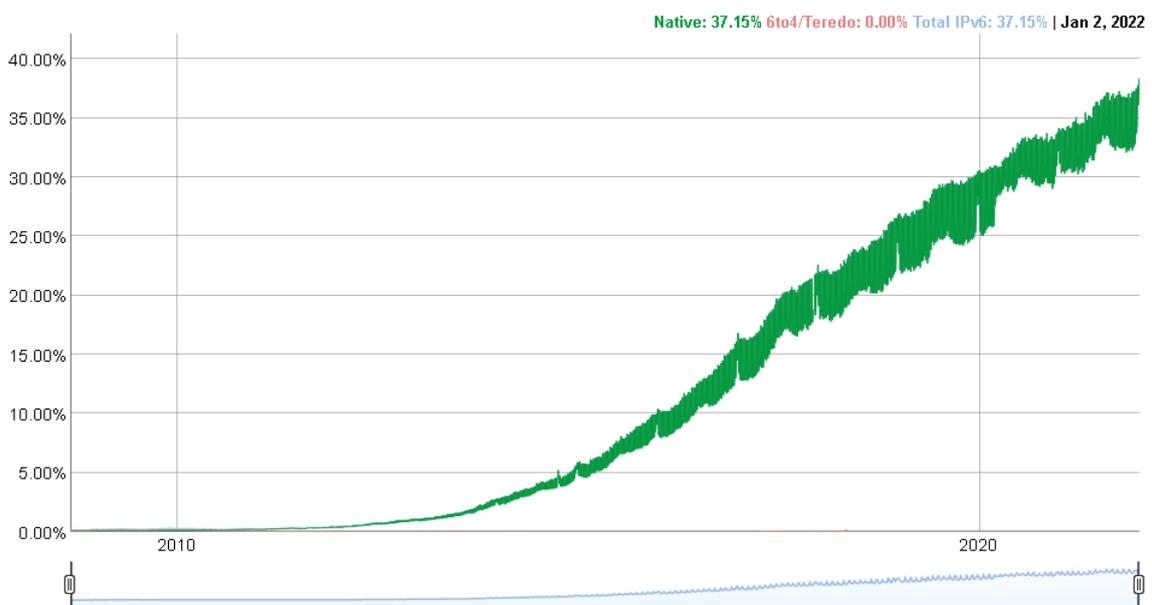


Figura 1.23 Porcentaje de IPv6 a nivel mundial según Google [30]

Estos valores obtenidos de Google nos brindan una idea del porcentaje de penetración de IPv6 a nivel de usuario, sin embargo, en este trabajo de investigación se va a realizar el diagnóstico de las perspectivas de implementación de su despliegue en los ISP a través de 38 preguntas que se van a formular a las personas encargadas de las diferentes áreas técnicas de los Proveedores de Servicio de Internet con mayor participación en el mercado nacional, por lo que también es necesario conocer sobre la técnica que va a ser de utilidad en este caso, que es la encuesta.

1.3.8.4 RIPE

RIPE tiene su sede en Europa y se encarga de supervisar la asignación y registrar las direcciones de IPv4 e IPv6 en esa región.

En la Tabla 1.4 se puede apreciar que India y Estados Unidos cuentan con porcentajes más altos de despliegue IPv6 en las diferentes plataformas como lo son Akamai, APNIC, Facebook, Google y Spread.

Tabla 1.4. Despliegue de IPv6 en distintos países [31]

Country Name	Akamai	APNIC	Facebook	Google	Spread
St-Martin	35.4%	33.89%	3.10%	0.00%	35.40%
India	58.0%	68.69%	62.89%	45.74%	22.95%
United States	43.9%	52.95%	58.43%	42.06%	16.37%
China	15.3%	15.77%	3.59%	0.25%	15.52%
United Arab Emirates	30.5%	42.28%	32.30%	28.29%	13.99%
Finland	30.8%	35.72%	41.52%	28.62%	12.90%
Ecuador	20.1%	11.13%	19.82%	23.37%	12.24%
Korda	3.6%	15.17%	6.05%	9.06%	11.57%
Norway	15.8%	22.52%	18.18%	12.54%	9.98%
Bhutan	17.3%	7.74%	11.10%	10.68%	9.56%
Taiwan	37.7%	45.10%	47.10%	38.74%	9.40%
Ireland	17.3%	24.93%	25.21%	23.64%	7.91%
Uruguay	35.1%	38.19%	37.16%	42.91%	7.81%
Switzerland	46.9%	42.56%	39.18%	39.18%	7.72%
Myanmar	9.5%	14.57%	16.62%	9.35%	7.27%
Liechtenstein	3.9%	6.94%	0.05%	3.82%	6.89%

New Zealand	21.8%	25.27%	27.50%	20.68%	6.82%
Japan	38.6%	41.84%	40.83%	35.36%	6.48%
Germany	47.1%	49.69%	53.12%	49.02%	6.02%
Belgium	55.1%	59.72%	53.75%	55.31%	5.97%
Egypt	2.5%	7.75%	2.34%	1.87%	5.88%
Mexico	36.7%	36.09%	31.94%	37.80%	5.86%
Puerto Rico	2.2%	7.07%	7.94%	3.80%	5.74%
Thailand	29.2%	32.75%	34.86%	29.41%	5.66%
Sweden	7.1%	8.88%	10.61%	5.02%	5.59%
Russia	7.2%	7.01%	9.43%	3.85%	5.58%
Kenya	7.7%	12.97%	12.35%	7.72%	5.27%
Belarus	4.1%	7.75%	9.36%	4.30%	5.26%

Para nuestro caso de estudio, se tiene que, para Ecuador, de acuerdo con Akamai, el porcentaje de usuarios que usaron IPv6 corresponde al 20.1%, según APNIC es del 11.13%, de acuerdo con Facebook es el 19.82%, según Google es el 23.37% y de acuerdo con Spread es del 12.24%.

1.3.9 REGULACIÓN EN EL ECUADOR PARA IPV6

Los acuerdos que impulsó el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información desde el año 2011, han estado destinados a desarrollar redes con el protocolo IPv6 en Ecuador, debido a los anuncios que hacen énfasis en la escasez de direcciones IPv4.

Se han ejecutado algunas acciones para llevar a cabo una adecuada transición y óptima coexistencia de IPv4 a IPv6, conjuntamente con los ISP, así como también con entidades y organizaciones tanto del sector público como privado.

Para cumplir con el cometido, se ha trabajado en el diseño de políticas y mecanismos técnicos que hagan posible que la población ecuatoriana continúe beneficiándose con las ventajas ofrecidas por el Internet [24].

En el Acuerdo N.- 007-2012 [32] del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información se llegó a los siguientes acuerdos:

Artículo 1.- Requerir a los Organismos e Instituciones del Sector Público, que implementen en sus sitios web y plataformas de servicios electrónicos el soporte y la compatibilidad con

el protocolo IPv6 de modo que coexistan con IPv4, para que empiece a generarse tráfico IPv6 y permitir que dicha información sea visible al resto del mundo, debido a que en ciertos países ya se está empezando a utilizar IPv6.

Artículo 2.- Requerir a la SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones), que en 60 días a partir de la fecha de publicación del acuerdo, se encargue de coordinar los procedimientos administrativos y normativos necesarios para que se asegure y garantice la incorporación y el óptimo funcionamiento de IPv6 en el sistema de nombres de dominio bajo el código respectivo de país que corresponde a .ec, de modo que se ofrezca la misma calidad de los servicios que funcionan con IPv4, y sin que implique incremento de costos para los usuarios.

Artículo 3.- Solicitar a la SENATEL, que lleve a cabo las acciones, procedimientos administrativos y normativos necesarios para que los ISP y portadores a nivel nacional puedan admitir en sus redes, plataformas con tráfico IPv6 coexistiendo conjuntamente con IPv4.

Artículo 4.- Solicitar a la SENATEL que tome las acciones pertinentes para que los ISP establezcan sus planes de direccionamiento y en base a ello, se inicien los trámites para solicitar las direcciones IPv6.

De igual manera, se ha implementado la página web [33] con soporte IPv6, con la grata colaboración de AEPROVI.

En la plataforma se puede encontrar información técnica referente al protocolo IPv6 y además, permite a la sociedad dar sus opiniones e incluso brindar aportes técnicos y aspectos a ser considerados, de modo que se ejecute una acción participativa en este proceso.

Adicionalmente, se ha incorporado a IPv6 como requisito tecnológico en las compras en el sector público de distintos productos y servicios de TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) y a su vez, se establecieron lineamientos de la implementación de un denominado Plan Maestro de Transición de IPv4 a IPv6. [24]

Es importante señalar que uno de los puntales que impulsa el Plan Nacional de Desarrollo de Banda Ancha publicado en el año 2017, que fue elaborado por MINTEL [34], se refiere precisamente a la transición y coexistencia de IPv4 a IPv6.

Las especificaciones técnicas del plan mencionan que el proceso de transición y coexistencia de IPv4 a IPv6 necesita no solamente del aporte y compromiso de la sociedad civil pública, sino también del sector privado, debido a que, aunque la mayoría de las

personas disponen de IPv4, paulatinamente se va a disponer de contenidos y servicios que estén disponibles únicamente en IPv6, de modo que se convertirá en la versión que predomine.

1.3.10 DIRECCIONES IPV4 PARA EL ECUADOR

Ecuador cuenta con un total de 2780345 direcciones IPv4 asignadas, debidamente registradas, que están siendo utilizadas por las diferentes entidades en el país y que se pueden encontrar en la siguiente referencia [35].

1.3.11 LA ENCUESTA

La técnica denominada encuesta, es el procedimiento de investigación más ampliamente utilizado para obtener datos de manera ágil y eficaz [36].

Son innumerables las investigaciones que han sido realizadas haciendo uso de esta técnica, debido a que al implementarla es posible llevar a cabo la obtención de información sobre una amplia gama de interrogantes, al mismo tiempo.

La encuesta es la técnica de investigación que utiliza como instrumento básico la elaboración de un cuestionario para la adquisición de datos e información de determinada temática de interés. Además, consta de un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una determinada muestra representativa de casos de una población, de la que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

1.3.11.1 Características de la encuesta

Entre las características más destacadas, se puede mencionar las siguientes:

1. La información obtenida en la encuesta se la adquiere a través de la observación indirecta debido a que las respuestas dadas por los encuestados son manifestaciones subjetivas, de modo que es muy posible que la información no refleje necesariamente la realidad.
2. La técnica de la encuesta permite desplegar aplicaciones masivas y, a través de las técnicas de muestreo apropiadas, pueden ofrecer resultados a comunidades enteras.

3. El interés de la persona que investiga no es precisamente el sujeto que participa de la encuesta, sino que está enfocada en la población a la que pertenece el encuestado, es por ello que es necesario hacer uso de las técnicas de muestreo idóneas.
4. La técnica de la encuesta permite obtener datos sobre gran cantidad de temas.
5. La información de interés se obtiene a través de un cuestionario que cuenta con las mismas instrucciones y serie de preguntas para todos los encuestados, por lo que, es posible llevar a cabo una comparación intragrupal para obtener conclusiones que se acerquen a la realidad.

1.3.11.1 La muestra

Una muestra se refiere al conjunto de una determinada población que va a permitir la obtención de datos precisos sobre sus principales características.

La muestra debe ser representativa, es decir, su selección debe asegurarnos que dicho subconjunto conserve las características de la población total.

Para el diseño del muestreo es necesario definir el tipo de muestreo y determinar el tamaño de la muestra.

En la Fig. 1.24 se puede apreciar claramente la diferencia existente entre muestra, población y universo.

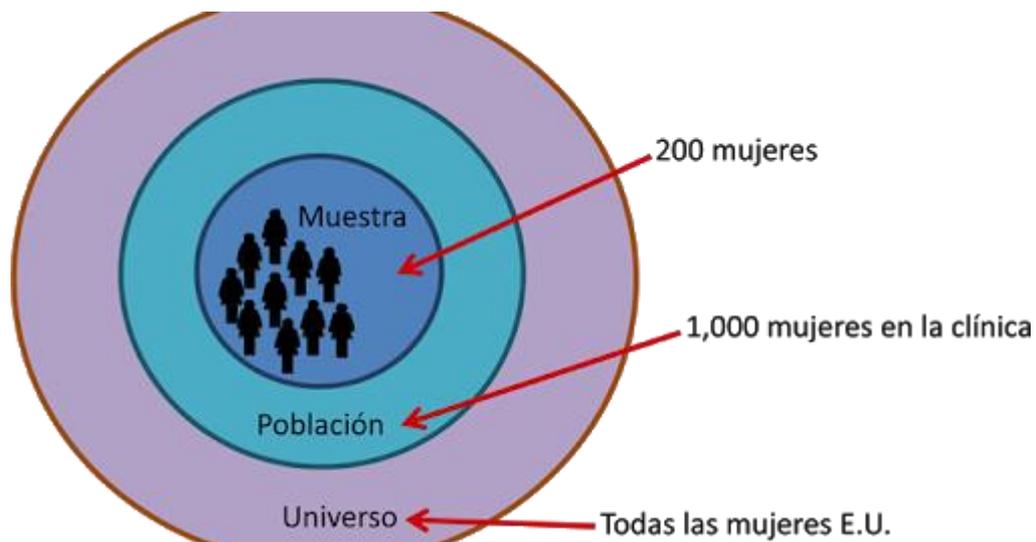


Figura 1.24. Diferencia entre muestra, población y universo.

Técnicas de muestreo

En base a la muestra se realiza una estimación estadística, y mediante determinada técnica se puede conocer el valor aproximado del parámetro de la población específica que es de nuestro interés. De acuerdo a la técnica que se utilice, se va a tener un nivel de confianza, el cual permitirá obtener sus respectivas conclusiones.

Las técnicas de muestreo pueden ser aleatorias o probabilísticas y no aleatorias, las cuales se explican brevemente, a continuación:

Técnica aleatoria o probabilística

Es la técnica en la que todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos como muestra en un proceso de investigación.

La técnica aleatoria puede ser:

Aleatoria simple

Los elementos de la población tienen las mismas posibilidades de ser escogidos como muestra y se eligen mediante funciones aleatorias informáticas, es decir, son elegidas al azar. En estadística, es el que más se usa, sin embargo, cuando las poblaciones son numerosas, se podría decir que es el menos fiable.

Aleatoria estratificada

Para considerar la muestra, es necesario dividir a la población en estratos que posean cierta característica en común. Una vez que se realiza la división, se elegirá como muestra a los casos o personas de cada estrato de forma aleatoria.

Esta técnica se usa cuando se requiere conocer datos específicos de acuerdo a las distintas características de la población.

Aleatoria de conglomerados

Como sucede en el anterior caso, es necesario dividir a la población en grupos que cuenten con características en común, sin embargo, es importante recalcar que los grupos de por sí ya existen naturalmente como: los socios de un club, los integrantes de una asociación o de una escuela, etc.

En cada grupo que ya existe de manera natural, también se elegirán las muestras aleatoriamente.

Ahora se explicará brevemente la técnica de muestreo no aleatoria.

Técnica no aleatoria

Es la técnica de muestreo donde no todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos para ser parte de la muestra. Es utilizada cuando no se dispone de tiempo o presupuesto para llevar a cabo una técnica aleatoria o incluso cuando se pretende que la muestra sea mucho más representativa.

No aleatoria intencional o de convivencia

El investigador se encarga de escoger deliberadamente a los casos o individuos que formarán parte de la muestra, de acuerdo a lo que considere serán los más representativos.

No aleatoria por conveniencia

El investigador se encarga de tomar como muestra, a los casos o sujetos que más tiene a su alcance y no toma en cuenta ningún otro criterio para ello.

Es la técnica más económica, rápida y fácil de implementar, sin embargo, es la menos fiable, debido a que no se utiliza alguna razón lógica o matemática para tomar en cuenta la muestra y que, por ende, sea la más representativa.

No aleatoria consecutiva

Al igual que en la técnica de conveniencia, se toma como parte de la muestra a los casos o individuos que se encuentran al alcance del encuestador y todos tienen que ser accesibles necesariamente.

Esta técnica es más representativa debido a que todos los casos están a la mano.

1.3.11.2 La encuesta y el cuestionario

La encuesta se define como una técnica que permite la producción de datos a través del uso de cuestionarios que hacen posible investigar sobre variedad de temas de interés acerca de personas o grupos de estudio, así como creencias, actitudes, opiniones, hábitos, pautas de consumo o cualquier tema que sea de nuestro interés.

Si la encuesta es personal o vía web se puede utilizar una breve presentación donde se encuentre la información sobre la encuesta y sobre el equipo que encabeza dicha investigación.

Existen dos maneras de realizar la encuesta [37] y se presentan a continuación:

- Con la participación del encuestador: presencial o vía telefónica.

- Sin la participación del encuestador: vía telefónica automatizada, correo electrónico o mediante la web.

De acuerdo con el criterio seleccionado, que se ajuste con las necesidades del investigador, será posible realizar las preguntas del cuestionario y determinar sus respectivas características.

1.3.11.3 Diseño del cuestionario

Para centrarse por completo en el diseño del cuestionario, es necesario tomar en cuenta algunas de las características principales de la encuesta, que es la herramienta de producción de datos utilizada en este caso.

A continuación, se explican los pasos a seguir para el respectivo diseño del cuestionario [38]:

1. Su elaboración consiste en diseñar un conjunto de preguntas, estructuradas de acuerdo con una cierta lógica, y adicionalmente, es recomendable comenzar el cuestionario con preguntas que no sean demasiado perspicaces o que soliciten respuestas comprometedoras, para que de esta manera sea posible crear confianza y un ambiente relajado para el encuestado. Luego, en la parte intermedia del cuestionario, se pueden hacer preguntas relacionadas con temas más participativos. Finalmente, se sugiere terminar con preguntas sencillas que ayuden al entrevistador a despedirse en un ambiente agradable.
2. Para atraer la atención de los encuestados y evitar confusiones al pasar de un tema a otro, el cuestionario debe estar organizado en bloques temáticos.
3. El cuestionario puede clasificarse en estructurado y semiestructurado. Esta función está relacionada con la redacción de la mayoría de las preguntas, por lo tanto, en los cuestionarios estructurados, tienden a dominar las preguntas que presentan al encuestado una lista previamente codificada de opciones de respuesta, definidas como preguntas cerradas. Por otro lado, el cuestionario semiestructurado combina varias preguntas abiertas, en las que el encuestado es capaz de dar la respuesta por sí mismo.

Los cuestionarios semiestructurados son los más utilizados e integran, a través de preguntas abiertas, un elemento de naturaleza no estándar (también llamada cualitativa) en una técnica estándar (también conocida como cuantitativa).

Durante la fase de procesamiento de datos, estas preguntas se limitan, para facilitar su análisis general y comparación.

4. Las preguntas del cuestionario se construyen de la misma manera para todos los encuestados, lo que es un requisito para garantizar la comparabilidad entre los cuestionarios aplicables, incluso si en ciertos cuestionarios todas las preguntas son abiertas, ya que las preguntas se formulan de acuerdo con los mismos términos y en el mismo orden, de modo que, seguirá teniendo algunos rasgos estructurales mínimos de la técnica.
5. Como sistema de clasificación, las respuestas alternativas a las preguntas del cuestionario deben cumplir los requisitos de exclusión mutua.
6. Tanto el orden de las preguntas en el cuestionario, como el orden que tengan las respuestas al interior de cada pregunta cerrada pueden influir en el resultado, es por ello que se debe implementar un cuestionario de prueba piloto.

1.3.11.3.1 Tipos de preguntas

Para diseñar el cuestionario se puede hacer uso de preguntas abiertas y cerradas.

Las preguntas abiertas son las que no ofrecen opciones previamente establecidas para responder, sino que el encuestado puede expresar su respuesta libremente con sus propias palabras. La ventaja de este tipo de preguntas es que brinda más información sobre el tema que se está indagando. La desventaja es que demanda mayor esfuerzo por parte del encuestado, la codificación es más laboriosa, son vulnerables a contener más errores al momento de registrar la respuesta y le toma más tiempo el encuestado contestarlas.

Existen dos subtipos de preguntas abiertas: la numérica y la que permite complementar una cerrada.

En el primer caso sería, si se pregunta sobre la edad de un individuo o la cantidad de horas trabajadas diariamente.

En el segundo caso sería, si se solicita que detalle las actividades realizadas en el trabajo, si respondió afirmativamente que trabaja en alguna pregunta anterior.

Las preguntas cerradas se denominan también de respuesta fija o previamente codificadas, son las que contienen respuestas preestablecidas en el diseño del cuestionario, es decir que ya se cuenta con las diferentes opciones de respuesta que sean posibles para que el encuestado pueda contestar más rápidamente.

Existen subtipos de preguntas cerradas de respuesta única donde solamente se admite una respuesta, así como cuando se pregunta el estado civil, se puede elegir solamente una opción, ya sea soltero, casado, viudo, divorciado; también existen preguntas cerradas con respuesta múltiple, donde es posible seleccionar varias opciones como respuesta, en las cuales es necesario indicar el número de respuestas esperadas o también el encuestado puede elegir la cantidad que desee, es así que se tendría, como cuando preguntan: ¿Qué actividades realizar el fin de semana? y las opciones son: Ir al cine, ir al parque, ir a la piscina, entre otras; las preguntas cerradas con respuesta dicotómica donde solamente se brindan dos opciones de respuesta que podrán ser simplemente SI o NO y, finalmente las preguntas con jerarquización de opciones que son aquellas en las que los tipos de respuesta poseen opciones con jerarquía, son similares a las de respuesta múltiple, con la única diferencia de que deben tener un orden específico.

Si la respuesta corresponde a Otros, significa que se contempla la posibilidad de que existan otras alternativas de respuesta que no se han considerado en las que están estandarizadas en el cuestionario, de modo que se tendrá que incluir dicha opción, para que se facilite tomar en cuenta el espacio adecuado para comentar al respecto.

Si se ha decidido colocar las opciones No sabe/No contesta, se aconseja no mencionárselas al encuestado para no motivarlo a elegir esa respuesta, pero sí se las tiene que contemplar necesariamente en el cuestionario.

Las ventajas que ofrecen las preguntas cerradas son:

- Rapidez y comodidad al contestar las preguntas.
- Las respuestas se centran en las opciones que se consideran realmente importantes relacionadas con el tema de investigación.
- Rapidez y facilidad para procesar la información en la matriz de datos.
- Disminuye la ambigüedad en las respuestas.
- Permite realizar comparaciones.

La desventaja a considerar es que, es posible que las opciones no podrían estar contemplando todas las alternativas posibles, es por ello que al diseñar preguntas cerradas se requiere de mayor esfuerzo, el proceso es más laborioso.

En la formulación de las preguntas se debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Las preguntas deben ser relevantes, es decir, deben ser de utilidad para conseguir un objetivo.
- Debe existir una equivalencia semántica, es decir, deben ser rápidas y fáciles de comprender por los encuestados.
- No hacer uso de términos ambiguos.
- No hacer uso de palabras que genere reacciones inadecuadas en el encuestado.
- Evitar realizar preguntas incómodas.
- No se debe redactar las preguntas en forma negativa.
- Las preguntas no deben abordar varias temáticas al mismo tiempo.
- Evitar hacer preguntas que requieran de cálculos o que sea necesario recurrir a la memoria.

1.3.11.4 De la administración del cuestionario a la producción de datos

Los datos de cualquier estudio tienen que producirse, es decir, son el resultado de un proceso en el que intervienen decisiones teóricas y metodológicas.

Los datos forman parte de la estructura teórica sobre el objeto de estudio y contienen información sobre la realidad, pero estos aspectos sólo pueden ser analizados meramente en base a su contenido. Los datos generados a partir de una teoría no necesariamente sustentan siempre los postulados de dicha teoría para corroborar las hipótesis que se ha tomado en cuenta. De hecho, los datos sirven precisamente para avanzar en el conocimiento cuando existe la posibilidad de que una teoría se contradiga [39].

Un investigador que analiza un tema, organiza observaciones y hace afirmaciones sobre éstas, no son necesariamente las mismas, que otro investigador podría hacerlas.

La realidad no puede ser organizada de cualquier manera, en otras palabras, con base al conocimiento, a diferentes teorías y experiencias, es posible ordenar la realidad en la medida que sea posible.

Los datos obtenidos mediante la aplicación de una serie de técnicas implican suposiciones teóricas que nunca pueden responder completa y satisfactoriamente a preguntas para las que no fueron formuladas, es en esas circunstancias donde surgen dificultades al utilizar fuentes secundarias.

Al llevar a cabo el procedimiento, en los inconvenientes que rodean la construcción teórica de los datos, tienen relevancia desde las decisiones estratégicas, hasta detalles aparentemente insignificantes de la encuesta y procesamiento de información, de manera que podrían afectar los datos generados.

1.3.11.5 Trabajo de campo y control

Durante la fase de trabajo de campo, el método de manejo del cuestionario tiene notable influencia en la información recolectada.

La forma en que los encuestados son contactados e invitados a participar, es claramente un aspecto relevante que influye tanto en la capacidad de respuesta de los encuestados como en las respectivas percepciones.

Cuando la administración del cuestionario incluye entrevistadores, entran en juego aspectos que variarán entre encuestas presenciales y telefónicas.

Además de la importancia de una adecuada formación del encuestador, se interrelacionan varios aspectos difíciles de controlar en cuanto a sus sesgos subjetivos, por lo que las probabilidades variarán ampliamente y por ende tendrá repercusión en las respuestas del cuestionario.

No es posible tener un control minucioso sobre todas las condiciones relacionadas con la administración del cuestionario, pero es necesario tener una organización, de tal manera que se puedan conseguir los objetivos.

Si intervienen encuestadores diferentes, entrevistando sujetos únicos en distintos momentos y lugares, las respuestas obtenidas a una pregunta no girarán en torno al mismo estímulo.

Se puede solicitar a los entrevistadores que sean lo más neutrales posible en el tono en el que realice la lectura de la pregunta, no interferir, tratar de evitar cualquier gesto desagradable, etc.

En el cuestionario auto administrado, las dificultades que se eluden por la interacción no podrían ser eliminadas por el peso del lenguaje utilizado en el cuestionario.

El cuestionario tiene que editarse, es decir, es necesario corregir errores u omisiones, de modo que esté listo para ser cargado en la matriz de datos. Todas las decisiones que deben

tomarse con respecto a esos detalles, deben realizarse antes de la carga, para que no haya errores al momento que se lleve a cabo el ingreso de los datos.

Algunos errores típicos que pueden generarse es que el encuestado elija más de una opción en preguntas que no son de opción múltiple, también puede ser que elija más del número permitido de opciones en preguntas de respuesta múltiple, adicionalmente puede darse el caso de que omita respuestas o conteste las preguntas que, de acuerdo con lo indicado, no debía responderlas. Los errores u omisiones son más comunes cuando hay múltiples saltos o pases en el cuestionario, es decir, el riesgo aumenta cada vez que la siguiente pregunta depende de la respuesta anterior.

Algunas omisiones podrían corregirse en función de la información proporcionada en otras respuestas, por ejemplo, el nivel académico podría obtenerse en algunos casos de la profesión del encuestado.

Si la edición se realiza previamente a la supervisión, es posible aprovechar el contacto con los encuestados para manifestar las deficiencias con el fin de mejorar y corregir los errores.

Cabe señalar que ambas tareas no son solo técnicas, sino que requieren decisiones teóricas y metodológicas y, en ocasiones, hacen contribuciones importantes a la investigación.

En la edición de seguimiento se pueden encontrar dificultades repetidas que, si se tienen en cuenta, contribuyen a la interpretación de resultados.

1.3.11.6 Confección de la matriz de datos.

Una matriz de datos es una herramienta que permite clasificar un conjunto de observaciones en un esquema de filas y columnas.

Cabe señalar que, para construir una matriz, primero se deben recopilar datos, proceso mediante el cual los investigadores obtienen información de su interés. Esto se realiza a través de técnicas como entrevistas, encuestas, grupos focales y otras técnicas.

La recopilación de datos puede no ser perfecta y los errores deben investigarse [40].

Podría darse el caso, en el que un grupo de personas con características similares, tal vez pertenecientes al mismo origen socioeconómico o partido político, deciden no responder a una de las preguntas de la encuesta, lo cual podría ser un factor de necesidad de ajuste.

1.3.11.6.1 Elementos de una matriz de datos.

Los elementos de la matriz de datos son:

Variabes: Se refiere a las características de la población o muestra. Pueden ser cuantitativos (como el tamaño o el ingreso mensual), o cualitativos, indicando cualidades, como la ocupación o el estado civil [41].

En el segundo caso, se puede asignar un número a cada categoría.

Es decir, 1 si la profesión es abogado y 2 si es economista.

Casos: Se ubican en las filas. Son los elementos indivisibles que son parte del grupo sujeto de investigación. Sobre cada caso, se analizarán las variables pertinentes del estudio. Los casos pueden ser individuos, grupos, etc., y todo ello depende de cómo esté estructurado el correspondiente trabajo estadístico.

Valores: Es el número que corresponde a la coincidencia de la variable y el caso respectivamente.

En otras palabras, la variable puede ser la edad y el caso la persona Romina Villegas, siendo el valor 36, pues la mujer en cuestión tiene 36 años. De manera general, se van a determinar los elementos de la matriz de datos en el siguiente enunciado:

En el año de 1980, en la Provincia de Misiones existían 50553 hogares con necesidades básicas no solventadas.

En dicho enunciado se puede distinguir claramente cada elemento, así, el caso es la Provincia de Misiones, la variable es el número de hogares con necesidades básicas no solventadas y el valor sería 50.553.

Si se considera este único caso, no es lo más pertinente hablar de una variable, debido a que no cambiará. Sin embargo, el número de hogares con necesidades básicas insatisfechas puede variar. De hecho, la variable es comparable en la medida que se la puede tener en diferentes casos; así, por ejemplo, en el mismo año de 1980, el caso "Capital Federal" tenía el valor 67692 en esta variable.

Una vez cargados todos los datos en la matriz, se procede a depurarla o limpiarla.

En la siguiente tabla se puede ver claramente que, en la investigación, para la Pregunta 1, los casos serían los distintos ISP y las variables, las opciones que se tiene disponibles.

Pregunta 1: ¿Qué cargo desempeña en el ISP?

Tabla 1.5. Tipos de Cargo en ISP

CASOS	VARIABLES
ISP 1	Administrador de la Red
ISP 2	Director de la Red
ISP 3	Administrador de la Red
ISP 4	Administrador de la Red
ISP 5	Administrador de la Red
ISP 6	Administrador de la Red
ISP 7	Supervisor
ISP 8	Project Manager
ISP 9	Director de la Red
ISP 10	Gerente de soporte técnico
ISP 11	Director de Proyectos
ISP 12	Director de la Red
ISP 13	Administrador de la Red
ISP 14	Administrador de la Red
ISP 15	Administrador de la Red

En primer lugar, mediante la detección de datos faltantes, lo que puede realizarse es verificar las distribuciones de frecuencias de todas las variables, para determinar el número de casos perdidos en cada una de ellas y posteriormente identificarlos. Una vez identificados los datos faltantes se procede a confirmar que efectivamente no exista la información en el cuestionario.

La limpieza de la base de datos supone llevarla a cabo por completo, lo cual implica principal detectar inconsistencias. Esto ocurre cuando las respuestas a las preguntas registradas no coinciden con los encuestados en función de sus respuestas anteriores, o cuando faltan las respuestas coincidentes.

Se podría decir que, si una persona responde que no trabaja, pero se verifica que existen registros de las respuestas donde menciona las características del trabajo que realiza, no sería algo coherente.

Si bien estos problemas deberían haberse resuelto durante la fase de edición, es posible que se hayan suscitado errores de carga que no se detectaron anteriormente.

La revisión de los cuestionarios permite al investigador, determinar qué sucedió en cada inconsistencia que fue hallada en el proceso, si el error se debió a la recolección de datos, si se suscitó durante la edición y/o carga o, en qué fase se generó el inconveniente, de modo que, por ello, es imprescindible resolver los conflictos uno a uno.

2 METODOLOGÍA

El Trabajo de Titulación consta de las siguientes fases:

A. Fase teórica

Se estudiará brevemente el protocolo IPv6 y mecanismos de coexistencia con IPv4 para tener clara la parte conceptual involucrada en la implementación de IPv6 en los ISP y usuarios. Se revisará la literatura existente relacionada con la implementación de IPV6 en el Ecuador mediante la indagación de informes de entidades estatales como públicas que tenga relación con el tema.

Como la base del trabajo es la obtención de información de los ISP mediante encuestas, se revisará las técnicas más eficientes para realizar encuestas en este ámbito, se estudiará la reglamentación actualizada relacionada con el servicio, coexistencia de IPv6 en los ISP, así como a nivel de usuario, con el fin de detectar cómo ha influido la reglamentación en el despliegue de dicho protocolo.

Además, se analizará la influencia de IPV6 en el desarrollo de nuevas aplicaciones, se analizará los resultados más importantes de los estudios anteriores realizados en el área que nos permitan tener conclusiones más reales.

B. Fase de implementación metodológica

Una vez definida la técnica de la encuesta a utilizar, se procederá a identificar el problema, se definirá la información a obtener de los ISP que permitan alcanzar el objetivo propuesto. Como la información será obtenida mediante encuestas, se seleccionarán las variables y muestras que componen las encuestas y finalmente se diseñará el cuestionario. Las encuestas constituyen una herramienta adicional para obtener información del grado de implementación de IPv6 en sus redes de acceso, distribución y núcleo, tanto en el equipamiento como en el servicio que se ofrecen a los usuarios y políticas de los ISP relacionadas con la implementación de IPv6 para sus usuarios. Además, se tomará en cuenta a las empresas celulares, que hoy por hoy se están convirtiendo en redes de acceso, lo cual influye en el despliegue de IPv6 en el Ecuador. Toda la información obtenida de estas empresas se considera de suma importancia para obtener las conclusiones. Adicionalmente, se analizará la reglamentación existente relacionada con la implementación de IPV6 en el Ecuador.

C. Fase de validación y análisis de resultados

Una vez obtenida la información a través de la bibliografía disponible y las encuestas, se organizarán los datos obtenidos y se hará uso de la técnica más acertada para tratarlos, de tal manera que nos permita sacar conclusiones acordes a la realidad. En base a la información obtenida, se realizará el análisis de la misma, para cumplir con los objetivos específicos indicados en este documento. Resultado de la validación de la información, se presentarán cuadros, tablas de la información que permitan su análisis y así sea posible determinar el grado de penetración de IPv6 en el Ecuador, así como de las perspectivas de implementación. Finalmente, una vez realizado el análisis, se procederá a presentar las conclusiones, y sustentar las mismas presentando evidencias demostrables y de esta manera cumplir con los objetivos del presente trabajo.

2.1 ENCUESTA

La técnica seleccionada para recopilar la información necesaria y que sea posible realizar el diagnóstico de la implementación de IPv6 en el Ecuador, es la encuesta, debido principalmente a que es necesario realizar una serie de preguntas concernientes al tema a las personas indicadas dentro del área técnica de nuestro interés, para que así, al llevarla a cabo, los datos obtenidos a través de las preguntas se acerquen mucho más a la realidad sobre el estado del despliegue de IPv6 en nuestro país.

2.1.1 ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA

El insumo principal para determinar el estado actual de la implementación de IPv6 en el Ecuador es obtener información directamente de los ISP que cubren el 90% del mercado en el país, para lo cual se procedió a realizar una encuesta, cuyo contenido permitirá obtener la información adecuada y, por ende, obtener las conclusiones más acertadas con respecto al estado actual del despliegue de IPv6.

En este caso, se hace uso de la técnica de muestreo no aleatoria intencional o de convivencia, debido a que se toma como muestra a una cantidad determinada de ISPs en los cuales se concentra la mayor cantidad de usuarios, con lo cual se cumple que cubren el 90% de participación en el mercado nacional.

Para realizar el análisis del despliegue de IPv6 en los ISP del Ecuador es necesario tomar en cuenta las respuestas dadas por los ISP en las encuestas; además, es de suma importancia, la información obtenida del Trabajo de Titulación denominado “Estudio y análisis del estado actual de la implantación de IPv6 en los proveedores de servicios de internet a nivel nacional”, realizado por el Sr. Leonardo Miguel Silva Bracero y adicionalmente, es necesario tener el suficiente conocimiento sobre la reglamentación que rige en nuestro país.

Las preguntas de la encuesta que se presentó a cada uno de los profesionales que se desempeñan en el área técnica de los ISP, se presentan a continuación:

2.1.2 DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE IPV6 EN EL ECUADOR

El Grupo de Investigación del Internet de las Cosas del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones de la EPN requiere realizar el Diagnóstico de la Implementación de IPv6 en el Ecuador con el objetivo de determinar cómo este protocolo influirá en el desarrollo de IoT en el país. Para lo cual es necesario obtener información mediante la realización de encuestas a los Proveedores de Servicios de Internet del Ecuador.

Los datos son confidenciales y en la encuesta no se solicita el nombre de la empresa.

Las preguntas que conforman la encuesta son las siguientes:

Pregunta 1: ¿Qué cargo desempeña en el ISP?

- Director de Proyectos
- Director de la Red
- Administrador de la Red
- Otra:

Pregunta 2: ¿Ofrecen servicio de IP Streaming?

- SI
- NO

Pregunta 3: ¿Qué tipo de tecnologías de acceso utiliza? (Puede seleccionar varias opciones)

- ADSL
- Fibra óptica
- Cable coaxial
- Otra:

Pregunta 4: ¿Proveen un equipo local en el cliente (CPE)?

- SI
- NO

Pregunta 5: Si proveen a sus clientes CPE ¿Qué porcentaje de los clientes tienen CPE?

.....

Pregunta 6: Si proveen a sus clientes CPE, ¿El CPE que proporciona ofrece IPv6 nativo?

- SI
- NO

Pregunta 7: ¿En qué tiempo estima que se agotarán sus direcciones IPv4 públicas para ser asignadas dentro de su red?

- Ya están agotadas
- 1 año
- 2 años
- 4 años
- Más de 8 años

Pregunta 8: ¿En qué tiempo estima que se agotarán las direcciones IPv4 públicas para asignar a sus clientes?

- Ya se agotaron
- 1 año
- 2 años

- 4 años o más
- Más de 8 años

Pregunta 9: ¿Entre sus grandes clientes hay interés por IPv6?

- SI
- NO

Pregunta 10: ¿Cuándo considera que el 50% de sus clientes requieran de los servicios de IPv6?

- En 1 año
- En 2 años
- En 4 años o más

Pregunta 11: ¿Cuándo cree que podrá ofrecer el servicio de IPv6 para todos los clientes?

- En 1 año
- En 2 años
- En 4 años o más
- Ya lo estamos ofreciendo

Pregunta 12: ¿Cuándo considera que el tráfico generado por IPv6 alcance el 50% del tráfico total en el internet?

- En 1 año
- En 2 años
- En 4 años o más

Pregunta 13: ¿Su red está lista para ofrecer el servicio IPV6 a sus clientes?

- SI
- NO

Pregunta 14: ¿En cuánto tiempo tiene previsto ofrecer IPv6 como un servicio beta o a prueba para los clientes?

- En 1 año.

- En 2 años.
- En 4 años o más.
- Ya lo estamos ofreciendo.

Pregunta 15: ¿Por qué no ha considerado proporcionar servicio IPv6 a clientes finales?
(Puede seleccionar varias opciones)

- La infraestructura actual presenta inconvenientes para la transición.
- Se preveen dificultades de despliegue y operación.
- No se justifica la inversión para dar servicio a los clientes finales.
- No se tiene la necesidad de proporcionarlo.
- Se usa CGNAT y es suficiente por el momento.
- No lo sabe.

Pregunta 16: ¿Se cumplió con la planificación en su empresa para proporcionar IPv6 a los usuarios finales?

- SI
- NO
- No se tuvo una planificación.

Pregunta 17: ¿Qué porcentaje aproximado de sus clientes en la actualidad usan IPv6?

- No se ofrece
- 5%
- 10%
- 15%
- 20%
- 25%
- Más del 30%

Pregunta 18: ¿En cuánto tiempo tiene previsto ofrecer IPv6 como un servicio regular a todos los clientes?

- En 1 año.
- En 2 años.
- En 4 años o más.
- Ya se está ofreciendo.

Pregunta 19: ¿Qué técnica de despliegue de IPv6 está usando? (Puede seleccionar varias opciones)

- NAT64/DNS64
- Doble pila (Dual Stack)
- De reenvío 6to4
- DS-Lite
- 464XLAT
- Otra...

Pregunta 20: ¿Qué tipo de equipos en su red no son capaces de soportar IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

- CPE
- Equipos de Red de Distribución
- Equipos de Red de Acceso
- Equipos de Core

Pregunta 21: ¿Los routers y switches de su red pueden ser actualizados para soportar IPv6?

- SI
- NO
- Ya soportan

Pregunta 22: ¿Disponen de equipos dedicados 100% a IPv6?

- SI
- NO

Pregunta 23: ¿Qué longitud(es) de prefijos IPv6 tiene? (Puede seleccionar varias opciones)

- 48 bits
- 60 bits
- 64 bits
- No definido
- Otra:

Pregunta 24: ¿Qué longitud(es) de prefijos IPv6 ofrece a sus clientes? (Puede seleccionar varias opciones)

- 60 bits
- 64 bits
- No definido
- Otra:

Pregunta 25: ¿Alguno de sus clientes prefiere utilizar prefijo IPv6 propio, en lugar de uno asignado por su empresa?

- SI
- NO
- No definido

Pregunta 26: ¿Cuál de los siguientes sistemas en su red soportan Protocolo de Doble Pila? (Puede seleccionar varias opciones)

- Firewalls
- Detección de Intrusos
- Dirección de software de gestión
- Software de contabilidad
- Software de supervisión
- No aplicable

Pregunta 27: ¿Tiene clientes que utilicen sólo IPv6?

- SI
- NO

Pregunta 28: ¿Tiene clientes que expresamente se negaron a considerar IPv6?

- SI
- NO

Pregunta 29: Si usted ofrece multicast IP, ¿Qué utiliza para la traducción? (Puede seleccionar varias opciones)

- MLD
- Túneles
- No definido

Pregunta 30: ¿Qué características y herramientas considera son necesarias hoy en día para el despliegue de las operaciones de IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

- Actualización de sistemas operativos
- Sistema de aprovisionamiento
- Mejoras de equipamiento
- Configuración de equipos
- Incrementar capacitación
- No definido

Pregunta 31: ¿Considera que existe la reglamentación suficiente para brindar servicio al cliente utilizando IPv6?

- SI
- NO

Pregunta 32: ¿Tiene asignado un rango de direcciones IPv6 de LACNIC?

- SI
- NO

Pregunta 33: ¿Aproximadamente cuántos clientes finales (personas naturales) de internet tiene su empresa? (Indicar un número aproximado)

Pregunta 34: ¿Aproximadamente cuántos clientes finales (personas jurídicas) de internet tiene su empresa? (Indicar un número aproximado)

Pregunta 35: ¿Qué porcentaje de sus clientes finales tienen asignado IPv6 nativo

Pregunta 36: Las razones por las cuáles inició el despliegue a IPv6 fueron: (Puede seleccionar varias opciones)

- Disminución de direcciones IPv4 y costos elevados con direccionamiento IPv6
- Imagen corporativa
- Aumento en el número de solicitudes de direcciones públicas por parte de los clientes
- Oportunidad de negocio
- Requerimiento específico de los clientes

Pregunta 37: ¿Qué problemas encontraron en el despliegue de IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

- Equipamiento de red no compatible con IPv6.
- Terminales no son totalmente compatibles con IPv6.
- Desconocimiento de la técnica IPV6 en el personal.
- Aplicaciones no soportaban IPv6.
- Costos mayores a los estimados.
- Dificultades con los sistemas BSS y OSS.
- Otras dificultades.

Pregunta 38: Las razones por las cuales su empresa no inició el despliegue son: (Puede seleccionar varias opciones)

- Teme problemas en el despliegue y operación.
- No se ha considerado aún.
- La infraestructura actual presenta problemas con IPv6.
- No se puede justificar la inversión que se debe realizar.
- El ISP no soporta IPv6.

- Otra

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los datos obtenidos de las treinta y ocho preguntas realizadas en las encuestas a cada uno de los profesionales del área técnica de los diferentes Proveedores de Servicio de Internet del Ecuador.

3.1 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS 2022 Y COMPARATIVA CON LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL AÑO 2012.

Pregunta 1: ¿Qué cargo desempeña en el ISP?

Las encuestas fueron dirigidas al personal que tiene conocimiento sobre el funcionamiento de la red y las políticas de crecimiento de la misma, lo cual está relacionado con los futuros servicios que podrían ofrecerse. En la Figura 3.1 se presentan los cargos que ocupan las personas encuestadas en los ISP.

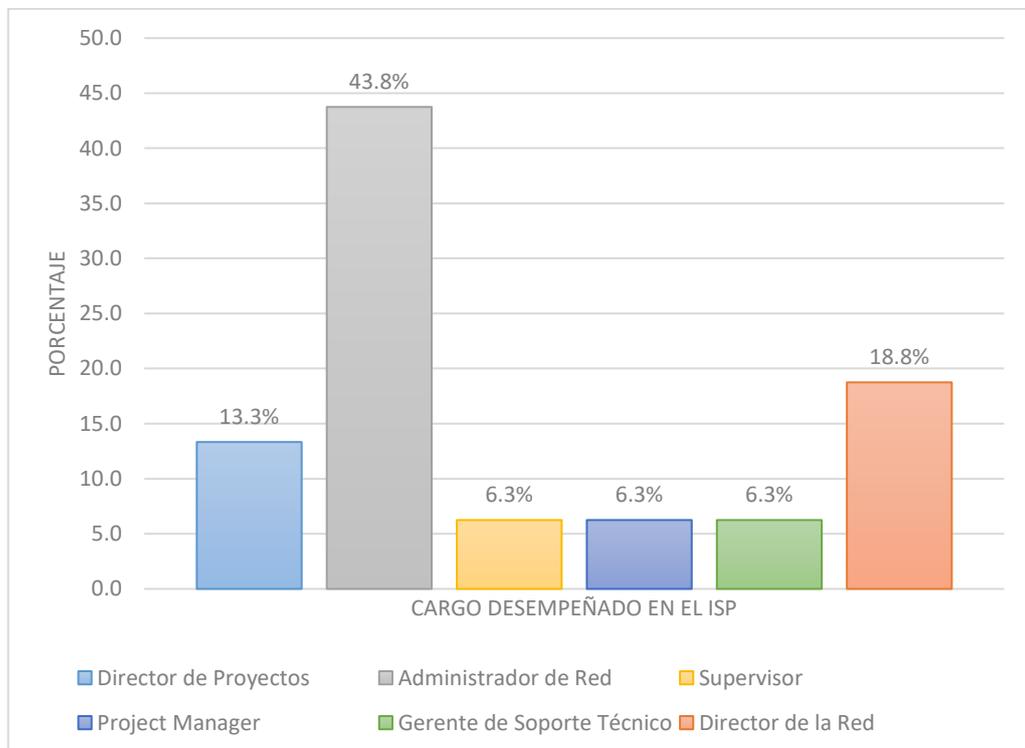


Figura 3.1. Cargos de las personas encuestadas

Como se puede apreciar, el 43.8 % de las personas que contestaron las encuestas, son los administradores de red de los ISP, de modo que al poseer un alto cargo los encuestados, nos asegura que la información relacionada con el despliegue de IPv6 en el Ecuador sea confiable.

Pregunta 2: ¿Ofrecen servicio de IP Streaming?

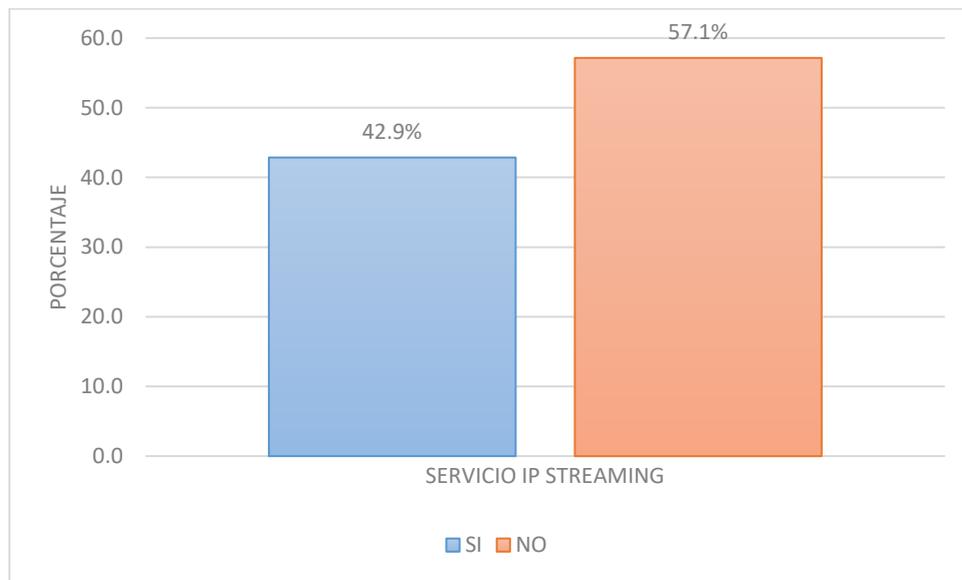


Figura 3.2. Porcentaje de Servicio de IP Streaming

El servicio IP Streaming permite a los operadores de telecomunicaciones y proveedores de servicios de Internet ofrecer audio, video y grandes cantidades de datos en tiempo real.

Este servicio no se encuentra como un servicio regular ofrecido por los ISP que operan en el país, es así como el 57.1% ha asegurado que no ofrecen IP streaming.

En los resultados obtenidos en el 2012, se tenía las intenciones de ofrecer IP Streaming, y se tenía claro que la utilización de IPv6 mejora la calidad de servicio a ofrecer.

Pregunta 3: ¿Qué tipo de tecnologías de acceso utiliza? (Puede seleccionar varias opciones)

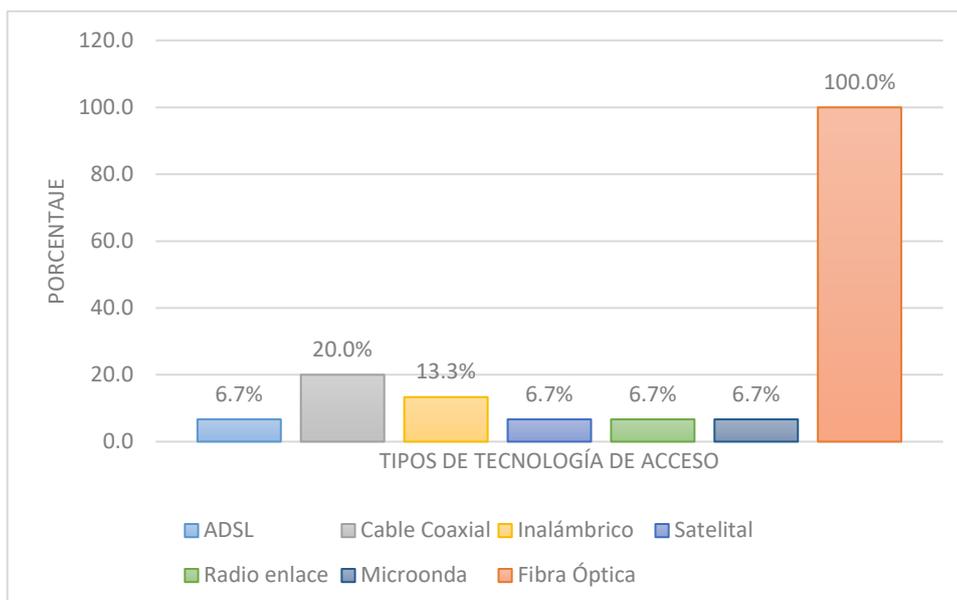


Figura 3.3. Tecnología de acceso utilizada por el ISP

Los ISP están conscientes de que la mayoría de las nuevas aplicaciones requieren de redes de alta velocidad y sumamente confiables, es por esta razón que todos los ISP tienen redes de fibra óptica, y algunos utilizan infraestructura existente como par telefónico, tecnología inalámbrica, entre otros.

En el año 2012 se tiene que las tecnologías más utilizadas por los ISP para las redes de acceso eran la fibra óptica el 28 %, a continuación, se usaba ADSL el 24 % y finalmente Wimax y microonda el 12 %. Hay que notar que en la actualidad la tecnología Wimax definitivamente no se usa y todos los ISP están ofreciendo fibra óptica para las redes de acceso.

Pregunta 4: ¿Proveen un equipo local en el cliente (CPE)?

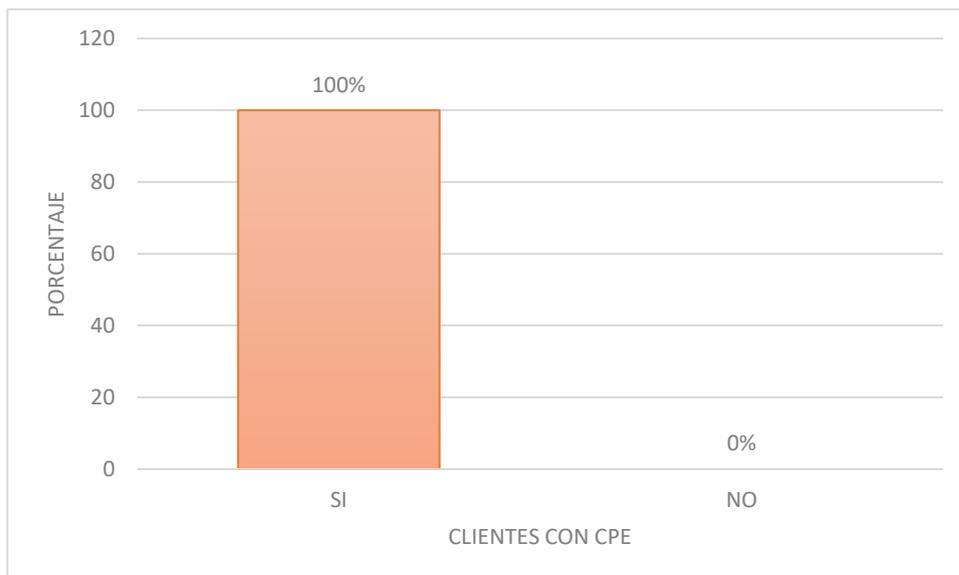


Figura 3.4. Porcentaje de clientes con CPE entregado por el ISP

Todos los ISP proporcionan CPE a los clientes en la actualidad, lo cual facilita la administración de su red. A diferencia del año 2012, en el cual el 90 % de los clientes disponían de CPE, mientras que el 10% no.

Pregunta 5: Si proveen a sus clientes CPE ¿A qué porcentaje de los clientes se les proporcionó un CPE?

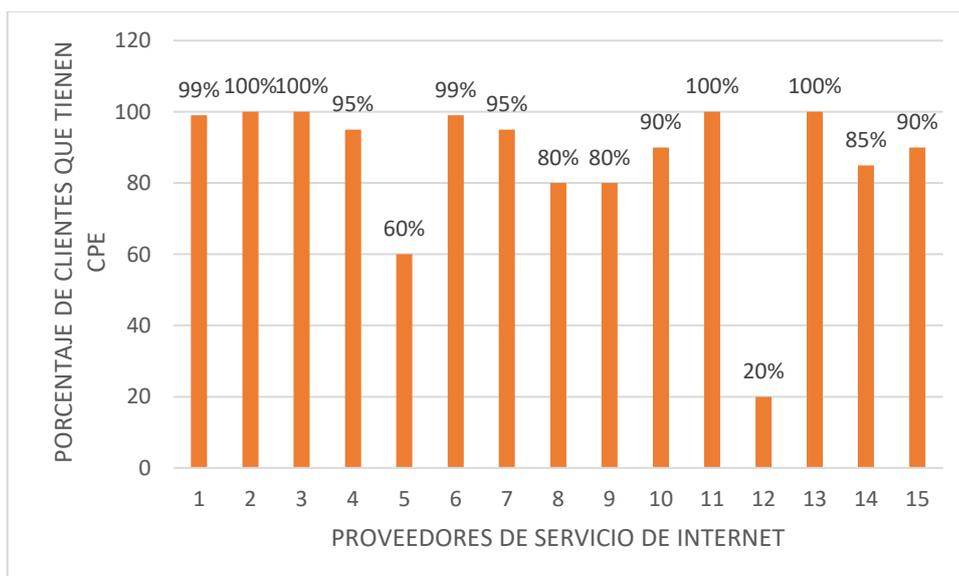


Figura 3.5. Porcentaje de clientes con CPE propio

No todos los clientes en los ISP son corporativos, por lo general este tipo de clientes prefieren colocar sus propios equipos, por cuestiones de seguridad o porque requieren conexiones al exterior, por lo cual utilizan equipos de conectividad con tecnologías que son definidas por los administradores de sus redes.

La ventaja para los ISP de proporcionar los CPE a sus clientes, está relacionada con la facilidad de administrar la red, para realizar el monitoreo y control de tráfico y facilita una mejor gestión de fallas de servicio y controlar la calidad de servicio ofrecido a sus clientes.

Pregunta 6: Si proveen a sus clientes CPE, ¿El CPE que proporciona ofrece IPv6 nativo?

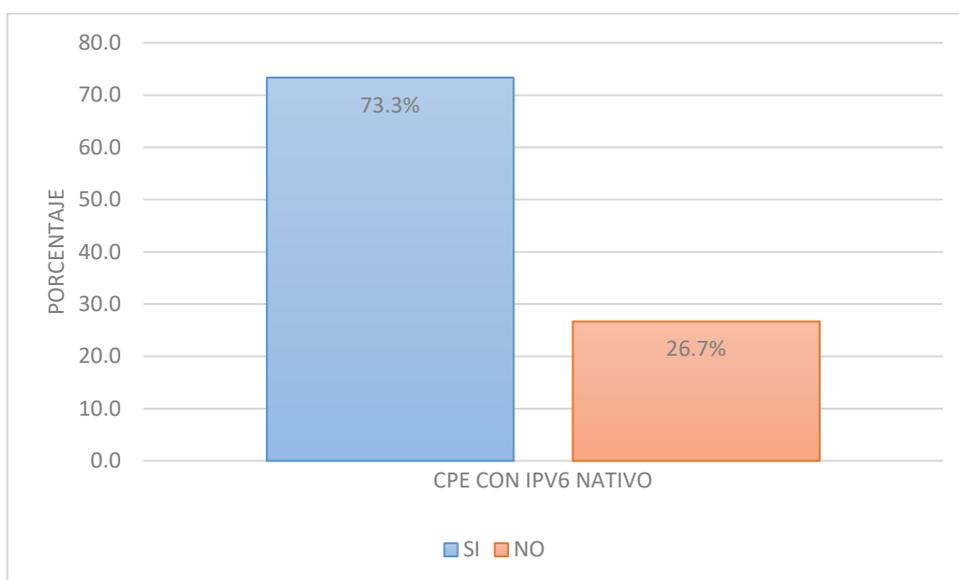


Figura 3.6. CPE con IPv6 nativo

Como se puede apreciar en la Figura 3.6, el 73.3% de los ISP tienen CPE con IPv6 nativo en las redes de sus clientes. El no tener CPE con IPv6 nativo puede causar problemas de retardo.

En el año 2012, el 70 % de los clientes disponían de CPE con IPv6 nativo, lo que indica que no ha existido una necesidad de cambiar los CPE, quizás porque los requerimientos de los usuarios no están relacionados con la utilización de IPv6.

Pregunta 7: ¿En qué tiempo estima que se agotarán sus direcciones IPv4 públicas para ser asignadas dentro de su red?

En la Figura 3.7 se puede apreciar que el 20% de los ISP aseguran que sus direcciones IPv4 públicas se agotarán en aproximadamente 8 años, el 26.7% respondió en 1 año, el otro 26.7% que en 2 años y el restante 26.7% que en 4 años se quedarán sin direcciones IPv4, lo cual indica que a sus usuarios se está proporcionando el acceso al internet mediante NAT.

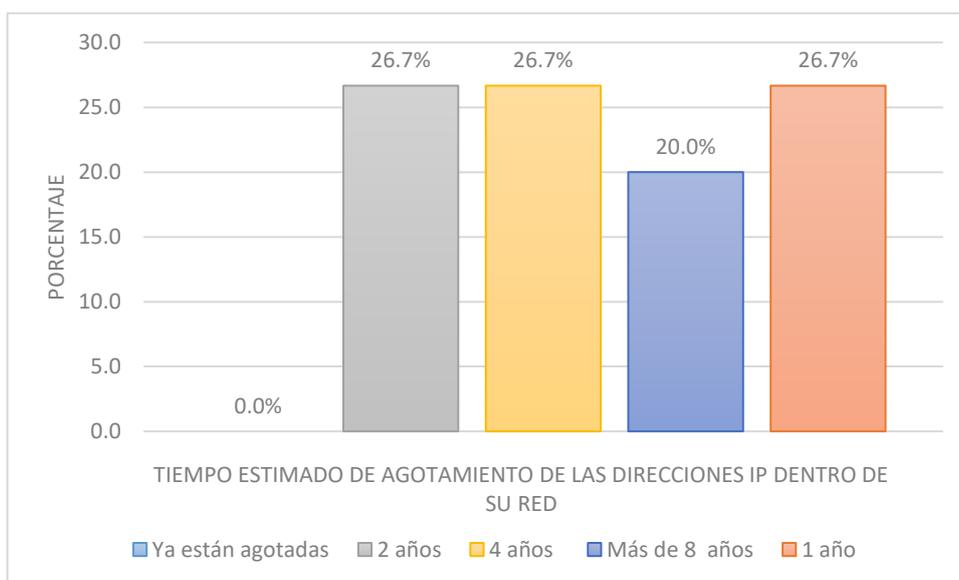


Figura 3.7. Años en los cuales se agotarán las direcciones IPv4 dentro de la red

Pregunta 8: ¿En qué tiempo estima que se agotarán las direcciones IPv4 públicas para asignar a sus clientes?

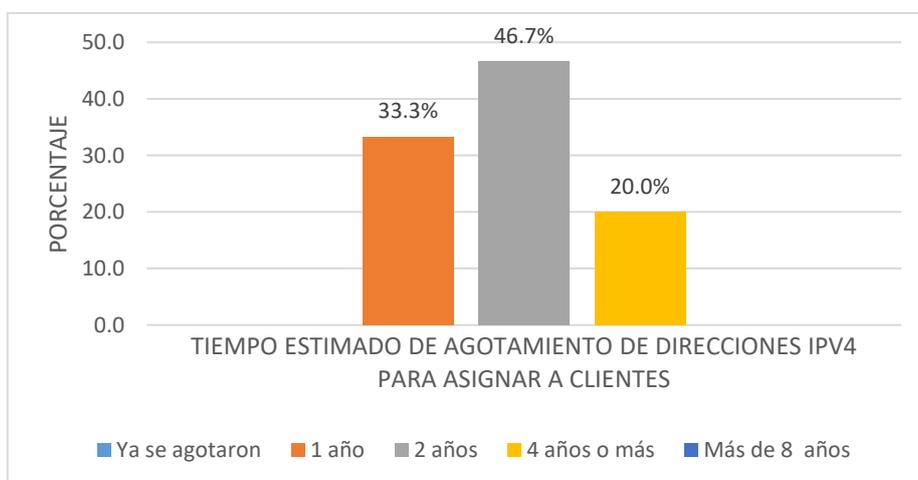


Figura 3.8. Tiempo en el que se agotarán direcciones para asignar a clientes

Las respuestas de los encuestados tienen relación con el crecimiento de la cantidad de sus usuarios. Como se puede apreciar en la Figura 3.8, el 46.7% estima que no tendrán direcciones IPv4 públicas para ofrecer a sus clientes en 2 años, mientras que el 33.3% estima que dentro de 1 año ya no dispondrán de direcciones IPv4.

En el 2012, el 90% de los administradores de red de los ISP consideraban que, en 6 años se agotarían las direcciones para asignar a los clientes, es decir que, a partir del 2018 ya no estarían en capacidad de asignar nuevas direcciones IPv4 y el 70 % consideraba que en el 2014 se agotarían las direcciones. En la actualidad, LACNIC ya no proporciona direcciones IPv4 públicas a los ISP.

Pregunta 9: ¿Entre sus grandes clientes hay interés por IPv6?

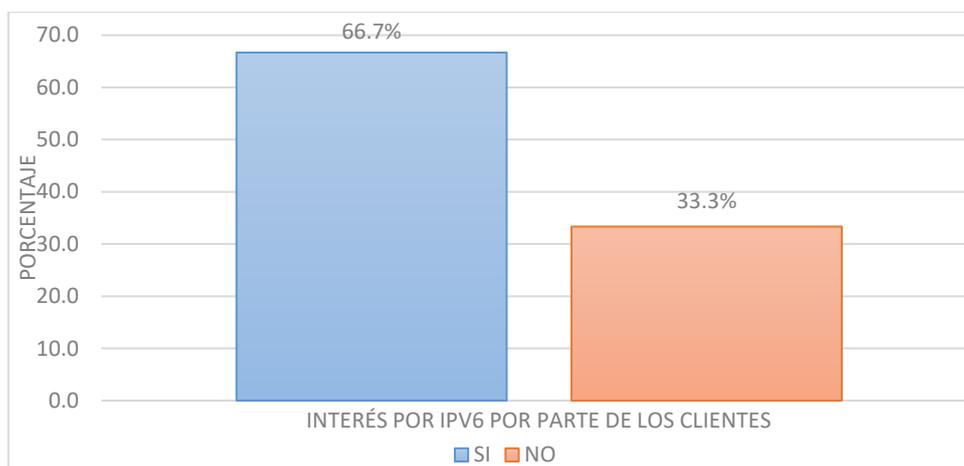


Figura 3.9. Clientes interesados en IPv6

Como se puede apreciar en la Figura 3.9, la mayoría de ISP (66.7%) ya tienen clientes que están pensando en utilizar IPv6, seguramente por las nuevas aplicaciones y ventajas que IPv6 tiene, muy probablemente los ISP que indican que los usuarios no tienen interés en IPv6, deben ser proveedores que únicamente ofrecen servicio de internet al público en general y pequeñas empresas, clientes que por sus necesidades no se interesan por conocer cuáles son las ventajas de utilizar IPv6, como por ejemplo una pequeña familia.

En el 2012 el 50% tenía interés en IPv6 al compararlo con los resultados actuales, consideramos que el conocimiento de los clientes relacionado con las ventajas de IPv6 sobre IPv4 ha aumentado.

Pregunta 10: ¿Cuándo considera que el 50% de sus clientes requieran de los servicios de IPv6?

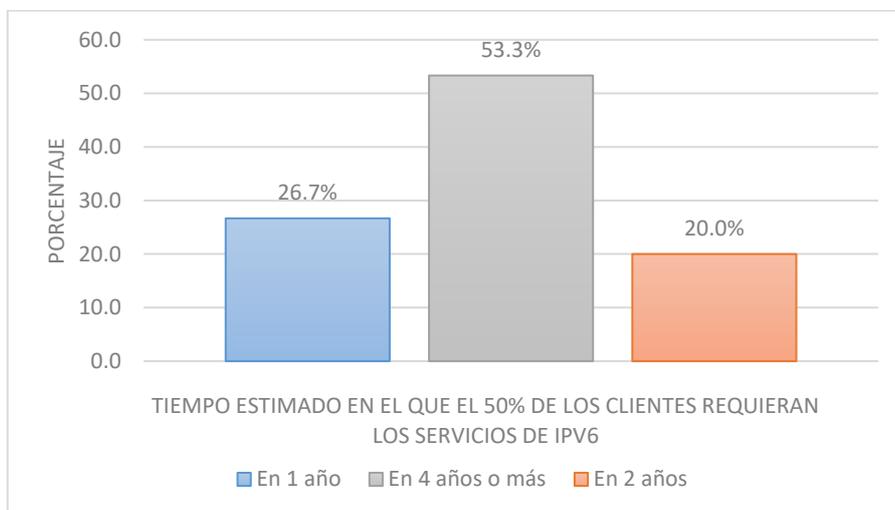


Figura 3.10. Tiempo en el que el 50% de clientes requieran IPv6

Como se puede apreciar en la Figura 3.10, se tiene que el 53.3 % de los ISP asumen que al menos la mitad de sus clientes le solicitarán conectividad IPv6 en 4 años o más, es decir, todavía los ISP consideran que sus clientes no requieren IPv6 para sus aplicaciones y que les pueden proporcionar el servicio con IPv4. Con seguridad los ISP darán a sus clientes servicio IPv6 en ese tiempo estimado.

En el 2012, se pensaba que el 50 % de los clientes ya estarían utilizando IPv6 en 2018, predicciones que han fallado, por lo que se puede apreciar.

Pregunta 11: ¿Cuándo cree que podrá ofrecer el servicio de IPv6 para todos los clientes?

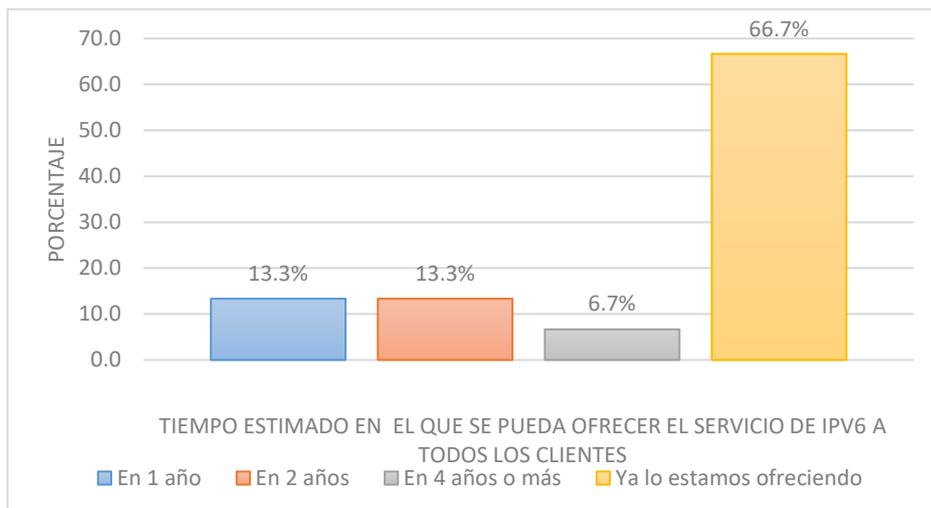


Figura 3.11. Tiempo en el que IPv6 se ofrecerá a todos los clientes

En la Figura 3.11 se puede observar que, el 66.7 % de los ISP ya están ofreciendo el servicio IPv6, sin embargo, es necesario determinar si está destinado para usuarios corporativos o personas naturales.

En el 2012, se consideraba que, en el año 2018 ya se estaría proporcionando el servicio con IPv6 a todos los clientes, lo cual implicaba un gran optimismo por parte de las empresas que proporcionan servicio de internet, es por esa razón que en ese año, la red de núcleo de los ISP ya se estaba rediseñando para manejar tráfico IPv6, especialmente se concentraron en las redes de distribución, actualizando los sistemas operativos de los equipos o realizando ampliaciones de sus redes, facilitando la gestión de la red, además de considerar que para el 2022 sus redes ya estarían en capacidad de manejar conexiones IPv6 de extremo a extremo.

Pregunta 12: ¿Cuándo considera que el tráfico generado por IPv6 alcance el 50% del tráfico total en el internet?

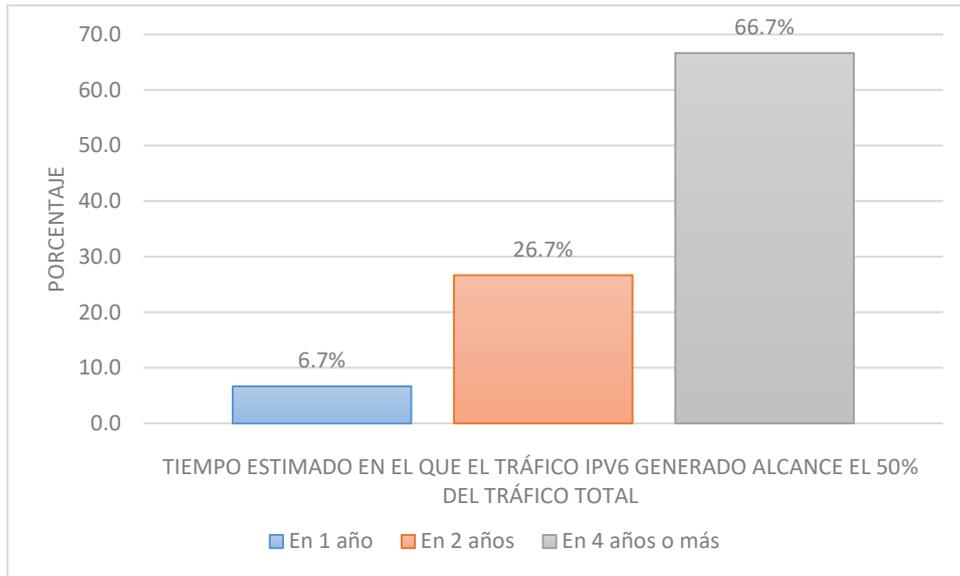


Figura 3.12. Tiempo en el que se tendrá un 50 % de tráfico IPv6

Los encuestados saben que la utilización de IPv6 es inevitable a futuro, es así que, el 66.7% indica que en cuatro años al menos, el 50% del tráfico total será IPv6, es decir en el 2026.

En el 2012 se consideraba que, en el 2014, el tráfico IPv6 sería el 50 % del tráfico total. En ese tiempo, algunos administradores de red consideraban que podría ser en el 2016 y otros en el 2022. Consideraban que el tráfico dependerá de las aplicaciones de los clientes y de si efectivamente los ISP tengan la red lista. En definitiva, consideraban que la adopción de IPv6 depende de las circunstancias en las cuales los clientes tengan aplicaciones donde el protocolo les proporcione beneficios.

Pregunta 13: ¿Su red está lista para ofrecer el servicio IPv6 a sus clientes?

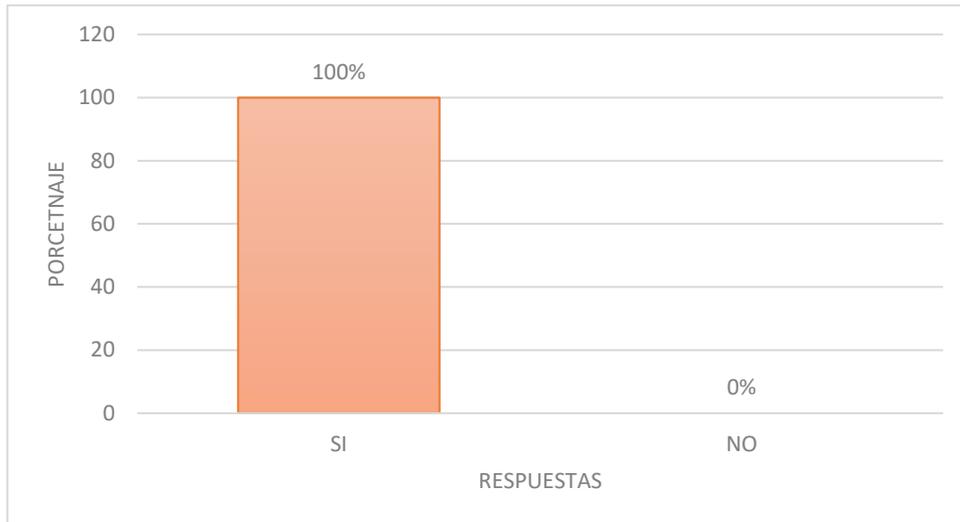


Figura 3.13. Porcentaje de redes listas para ofrecer IPv6

Como se puede apreciar en la Figura 3.13, la infraestructura de todos los ISP ya pueden proporcionar servicio con IPv6 a los usuarios en un 100%, sin embargo, el modelo de negocio de los ISP no anima a proporcionar el servicio.

En el año 2012, el 5 % de los ISP ofrecían el servicio IPv6, mayoritariamente a clientes internacionales, debido a que los únicos clientes nacionales que solicitaban servicio con IPv6 eran las universidades para sus redes experimentales o académicas.

Pregunta 14: ¿En cuánto tiempo tiene previsto ofrecer IPv6 como un servicio beta o a prueba para los clientes?



Figura 3.14 Tiempo para ofrecer servicio beta IPv6

En la Figura 3.14 se puede apreciar que el 73.3% de los ISP ya están ofreciendo el servicio beta a sus clientes, sin embargo, los clientes no saben que pueden conectar sus máquinas con IPv6.

En el año 2012, el 80% indicaba que máximo en el 2014 ofrecerían el servicio IPv6 para realizar pruebas con sus clientes y el 20% indicó que nunca darían ese servicio.

Anteriormente, todos los administradores de ISP grandes consideraban que, mientras más pronto tengan una red operativa con IPv6, les permitiría tener una ventaja con sus competidores, es por esa razón que en el 2013 todos los ISP grandes tenían planificado realizar pruebas.

Solamente los ISP pequeños no consideraban empezar a realizar pruebas.

Pregunta 15: ¿Por qué no ha considerado proporcionar servicio IPv6 a clientes finales?
(Puede seleccionar varias opciones)

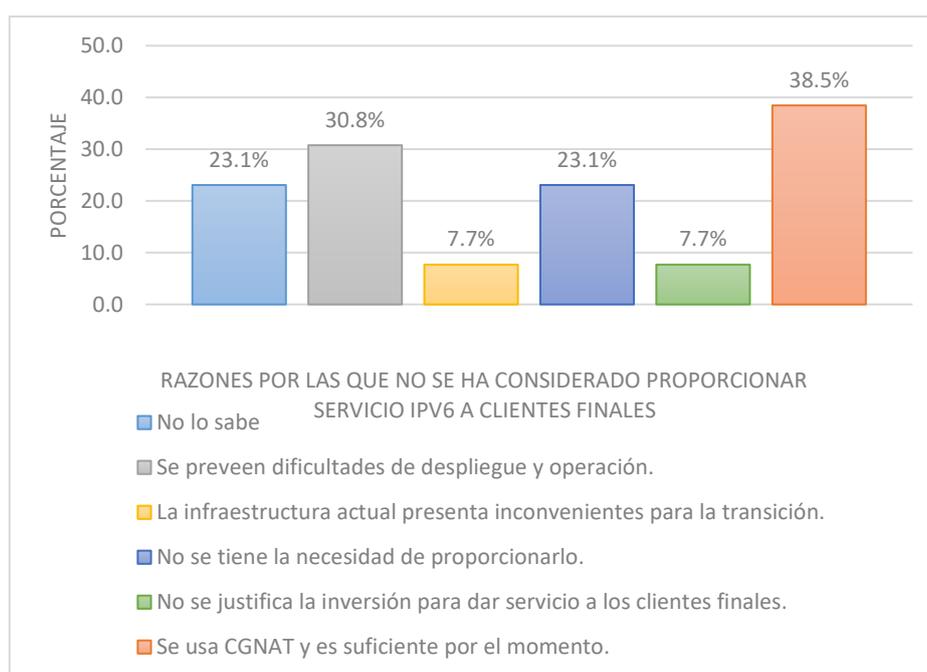


Figura 3.15. Razones por las que no se proporciona IPv6 a clientes

El costo para proporcionar el servicio de IPv6 está relacionado con la capacitación continua del personal y con los procesos de gestión para mantener operativa la red y dar el servicio ofrecido al usuario. Si los ISP proporcionan el servicio requerido por los usuarios con IPv4 y los usuarios se sienten conformes, es lógico suponer que los ISP no gastarán más dinero en proporcionarles IPv6, salvo que los clientes, especialmente los corporativos internacionales, lo soliciten explícitamente. Por otro lado, la falta de experiencia en operar

redes ISP con IPv6, influye en la decisión que deben tomar los responsables del negocio de los ISP.

Pregunta 16: ¿Se cumplió con la planificación en su empresa para proporcionar IPv6 a los usuarios finales?

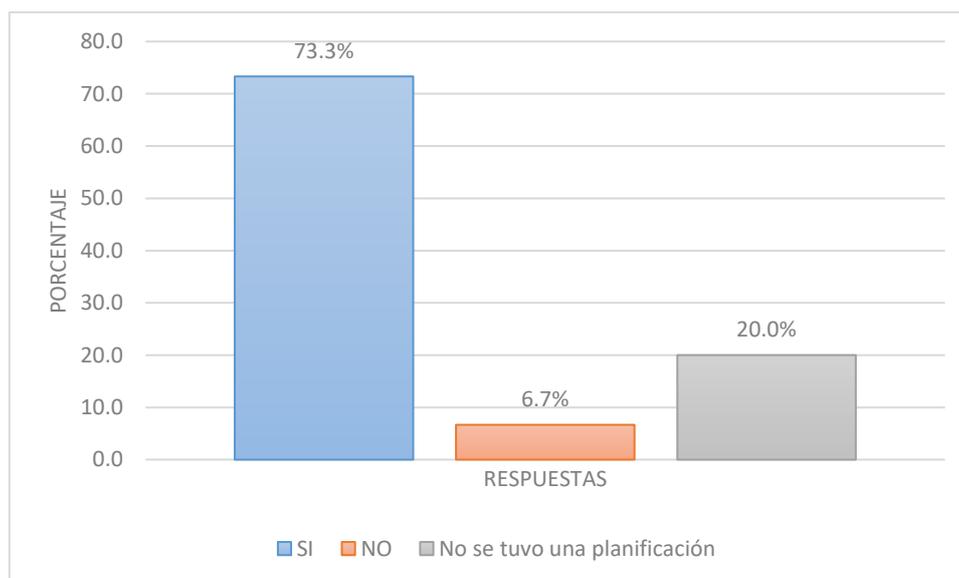


Figura 3.16. Cumplimiento de la planificación para ofrecer IPv6 a usuarios

Como se puede apreciar en la Figura 3.16, desde hace años atrás, los ISP ya planificaron diseñar sus redes para dar servicio IPv6 y así, este protocolo coexista con IPv4.

Tal cual nos indican las encuestas del 2012, donde el 70% los ISP indican que IPv6 es una oportunidad para reestructurar su topología, y de esta manera mejorar el servicio a los usuarios.

En el 2012, el 100% de los ISP indicaba que estaban realizando la planificación para que en el 2015 inicie el despliegue de IPv6 en sus redes.

Pregunta 17: ¿Qué porcentaje aproximado de sus clientes en la actualidad usan IPv6?

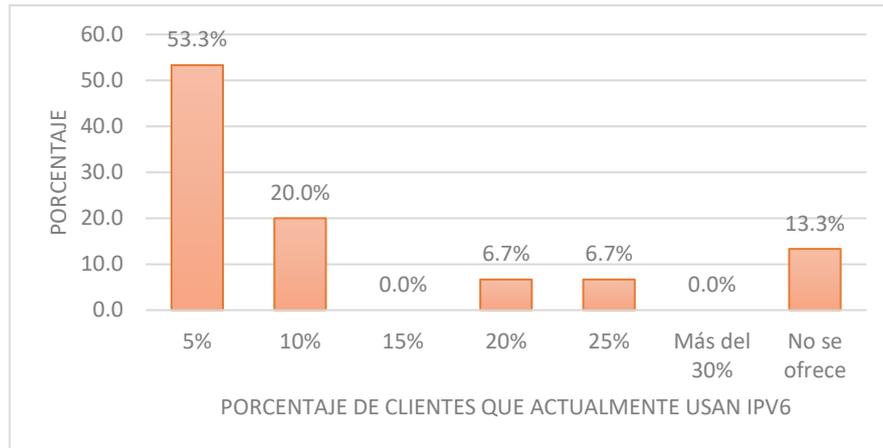


Figura 3.17. Clientes que usan IPv6

El 53.3% de los ISP indicaron que tienen pocos clientes que utilizan IPv6 (5%), el otro 20% asegura que solamente el 10% usan IPv6. Lo que indica que la mayoría de los clientes están contentos con el servicio ofrecido por los ISP con IPv4, situación que influye en que los proveedores ofrezcan o no el servicio con IPv6.

En el 2012, el 0.0033 % de los clientes usaban IPv6, lo cual nos indica el bajo grado de penetración de IPv6 en ese año.

Pregunta 18: ¿En cuánto tiempo tiene previsto ofrecer IPv6 como un servicio regular a todos los clientes?

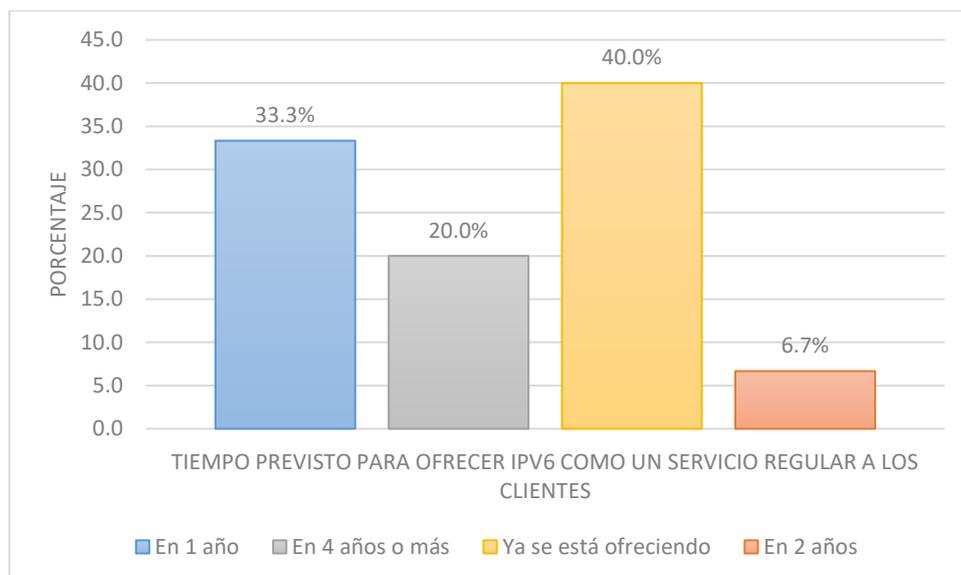


Figura 3.18. Tiempo en el que IPv6 se ofrecerá como servicio regular

Los resultados de la Figura 3.18 nos permiten ver que el 40% de los ISP ya están ofreciendo el servicio de IPv6, y en un año el 33.3% de los proveedores ya lo estarán ofreciendo.

En el 2012, el 80 % de los ISP indicaban que en 10 años y un 20 % no lo tenía definido.

Pregunta 19: ¿Qué técnica de despliegue de IPv6 está usando? (Puede seleccionar varias opciones)

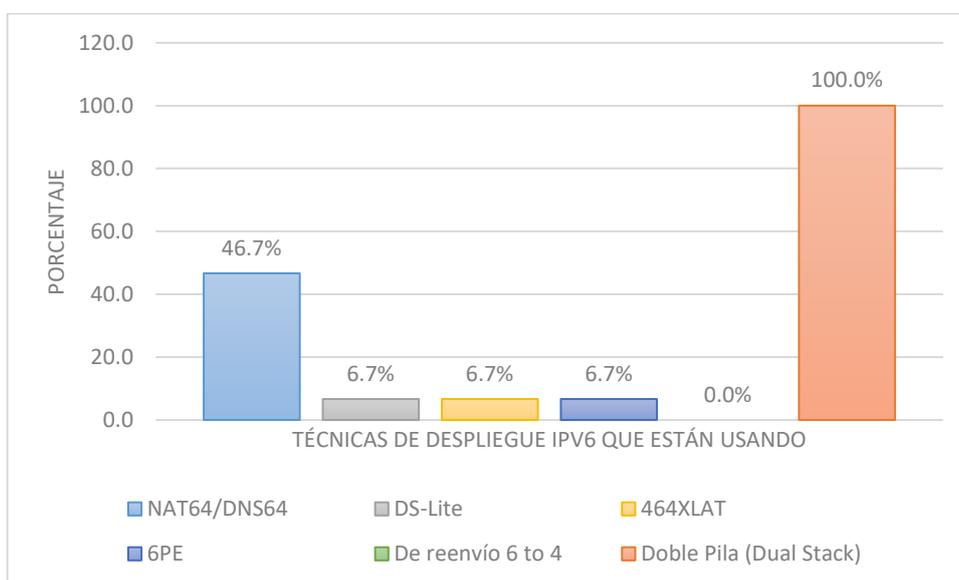


Figura 3.19. Técnica de despliegue IPv6 utilizada

El 100% de los ISP está utilizando Doble pila, y el 46.7% está utilizando además NAT64/DNS64. Los pequeños porcentajes de las otras técnicas de despliegue se deben a que algunos clientes que requieren el servicio del ISP hacen uso de mecanismos que no son tan usuales.

En el 2012, el 80% de los ISP indicaban que utilizarían o están utilizando Doble Pila, el 40% estaban planificando utilizar la técnica De reenvío 6to4. La técnica NAT64/DNS64 no se mencionó en ese año.

La utilización de estas tecnologías es importante porque en las redes debe coexistir el servicio de IPv6 y el de IPv4, y de hecho, la utilización de IPv6 no debe afectar la calidad

de servicio ofrecida con IPv4 a los clientes, por lo que en el año 2012 no se equivocaron al pensar que la mejor opción es el mecanismo de Doble Pila.

Pregunta 20: ¿Qué tipo de equipos en su red no son capaces de soportar IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

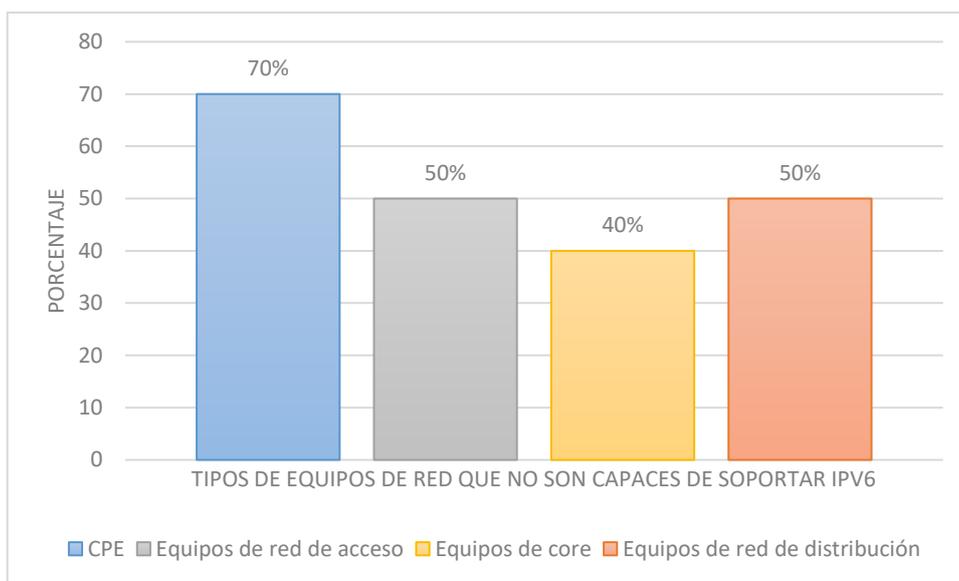


Figura 3.20. Equipos que no soportan IPv6

Estos resultados nos indican que, si bien los ISP ya están en capacidad de ofrecer IPv6, se utilizan equipos para dar servicio IPv4 a los clientes. Un 70% corresponde a los CPE que son aquellos que están instalados en los usuarios o pequeñas empresas que muy probablemente no solicitarán el servicio IPv6.

En el año 2012, los equipos que no podrían soportar IPv6 eran, CPE el 61%, equipos de core el 8% y equipos de distribución el 31%. Hay que considerar que los CPE al no soportar IPv6 se constituyen uno de los mayores problemas en el proceso de proporcionar el servicio debido a los altos costos que en ese momento representaba reemplazarlos, no sólo en la adquisición, sino también en el cambio de los CPE en las redes de los clientes.

Otra de las razones por las cuales en esos años no todos los CPE soportaban IPv6, se debió a la capa de distribución de la red de los ISP, debido a que no siempre se ha utilizado la misma tecnología, por lo que es necesario crear diferentes tipos de red de distribución, aumentando el costo de actualización de los CPE.

Pregunta 21: ¿Los routers y switches de su red pueden ser actualizados para soportar IPv6?

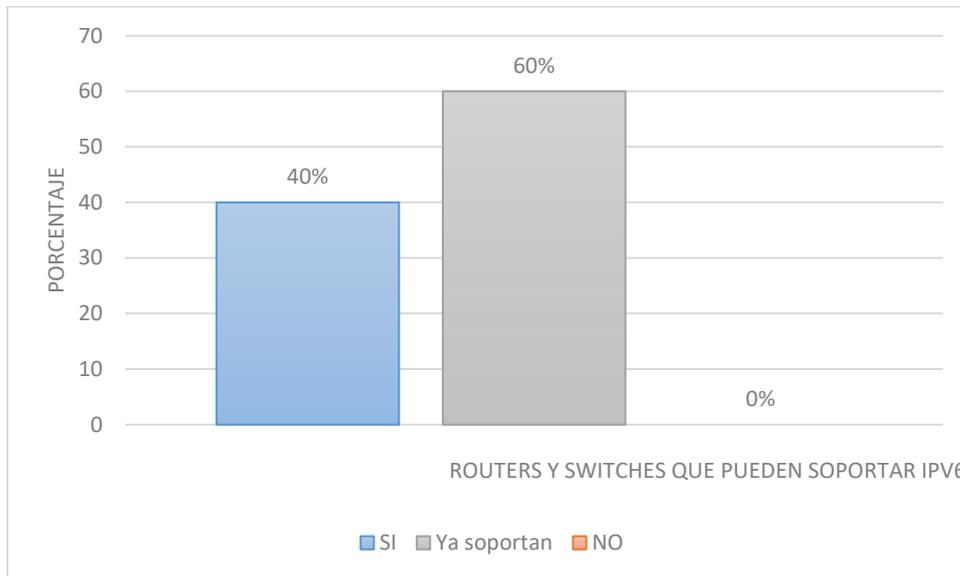


Figura 3.21. Routers y switches soportan IPv6

Si bien el 60 % de los equipos pueden ser actualizado para soportar IPv6, se puede inferir que por el momento no se requiere de su actualización, porque el servicio se lo provee con IPv4.

En el 2012 se indicaba que el 30% de los equipos no podían ser actualizados con IPv6.

Pregunta 22: ¿Disponen de equipos dedicados 100% a IPv6?

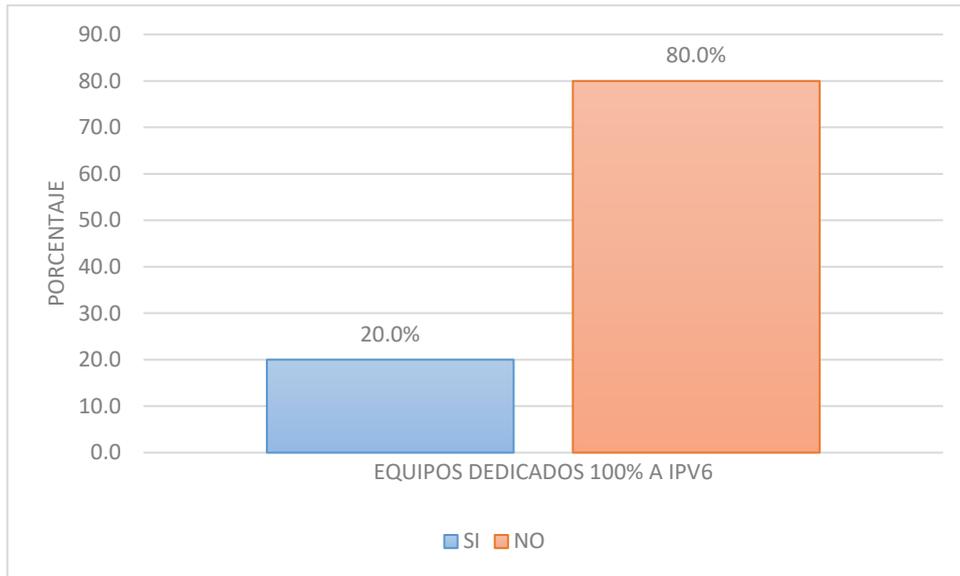


Figura 3.22. Equipos dedicados 100% a IPv6

El 80% de los equipos de los ISP seguramente están trabajando con Doble Pila o únicamente con IPv4, porque de acuerdo a la gráfica se puede ver que ese porcentaje corresponde a los proveedores que no disponen de equipos dedicados por completo a IPv6 y, el 20% de los ISP indican que tienen equipos dedicados para dar servicio IPv6, de modo que sería casi seguro que estos equipos dan servicio a empresas corporativas internacionales.

En el 2012, el 44% de los equipos eran dedicados 100% a IPv6, mientras que el 56% no lo eran. Desde ese año los ISP han adquirido equipos dedicados 100% a IPv6, independientemente considerando que en algún momento tienen que proporcionar el servicio. En algunos casos, la motivación está dada por los clientes que son empresas internacionales y que específicamente necesitan IPv6 para sus redes.

Pregunta 23: ¿Qué longitud(es) de prefijos IPv6 tiene? (Puede seleccionar varias opciones)

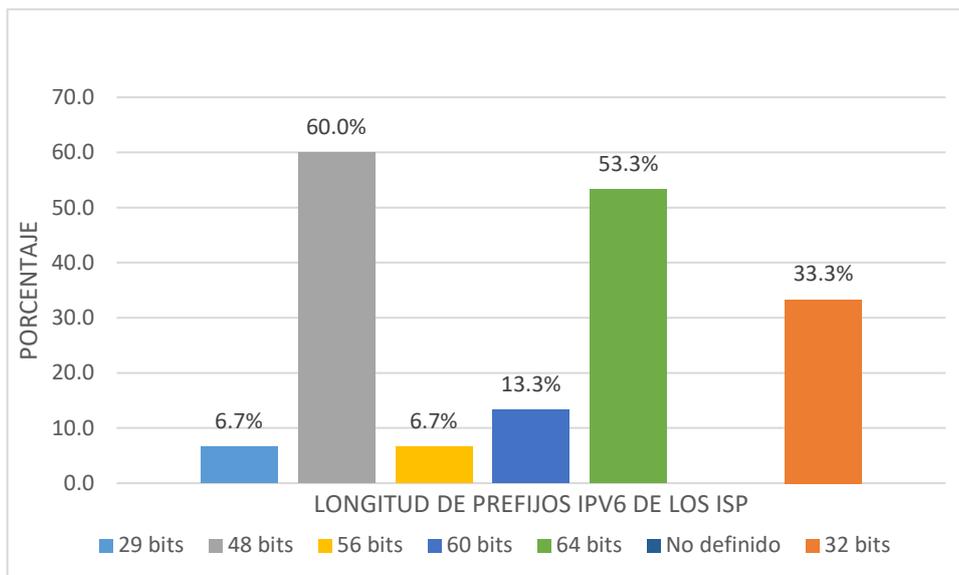


Figura 3.23. Longitudes de prefijos que ISP disponen

Como se puede apreciar en la Figura 3.23, la mayoría de ISP tienen configurados diferentes prefijos para ofrecer el servicio, la mayoría ha decidido usar prefijos de 48 bits y 64 bits, se debe considerar que la configuración de sus redes con diferentes prefijos está relacionada con la posibilidad de proporcionar el servicio IPv6 a clientes que en sus lugares de origen utilizan ISP con longitudes que difieren de las que están utilizando, por lo tanto, deben estar listos para cumplir sus requerimientos.

En el 2012, el 40% de ISP disponían de prefijos de 64 bits, el 40% no estaba definido.

Pregunta 24: ¿Qué longitud(es) de prefijos IPv6 ofrece a sus clientes? (Puede seleccionar varias opciones)

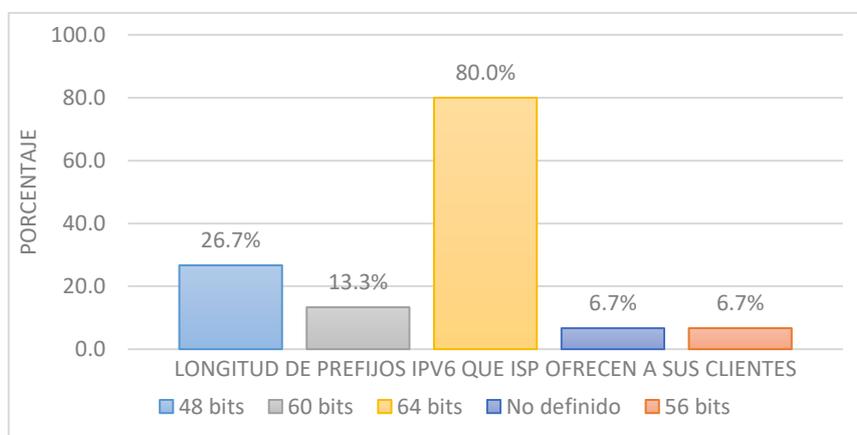


Figura 3.24. Longitudes de prefijo ofrecidos a clientes

Como se puede apreciar, el 80% de ISP tienen clientes que requieren un prefijo de 64 bits o están ofreciendo a clientes que han solicitado direcciones IPv6 con prefijos de 64 bits.

En el 2012, el 70% de los ISP todavía no tenían definido el prefijo a utilizar, un 10% pensaba en ofrecer 64 bits, esto se dio porque no tenían claro cómo afecta la longitud del prefijo a su capacidad de ofrecer un buen servicio a las futuras necesidades. Además, que a diferencia de IPv4, en IPv6 cada ISP puede decidir su prefijo.

Pregunta 25: ¿Alguno de sus clientes prefiere utilizar prefijo IPv6 propio, en lugar de uno asignado por su empresa?

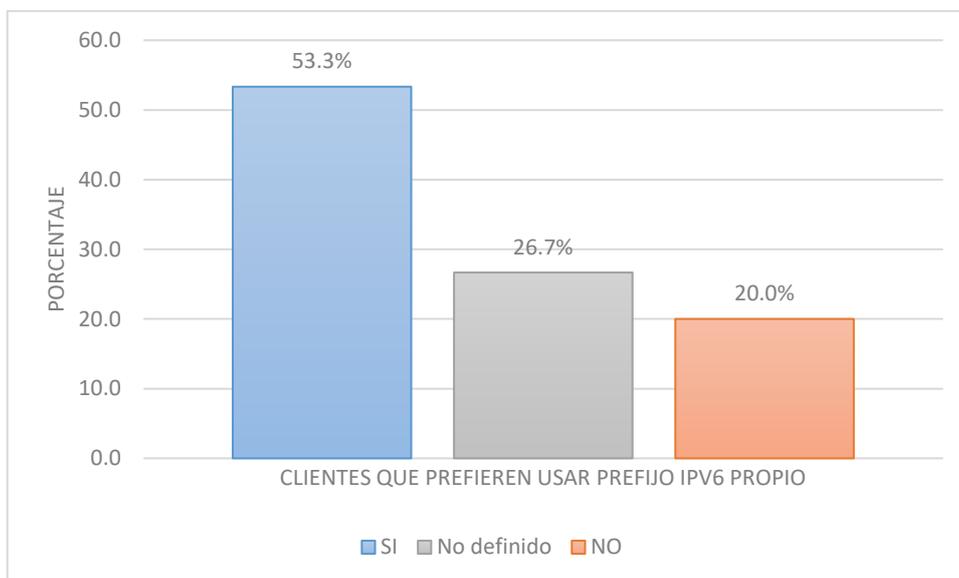


Figura 3.25. Clientes que prefieren usar prefijo IPv6 propio

Es válido el análisis de que el 53.3% de los ISP tienen clientes que requieren una longitud de prefijo definida por ellos, y los restantes clientes prefieren utilizar el prefijo sugerido por el ISP o simplemente no lo tienen aún definido.

Pregunta 26: ¿Cuál de los siguientes sistemas en su red soportan Protocolo de Doble Pila? (Puede seleccionar varias opciones)

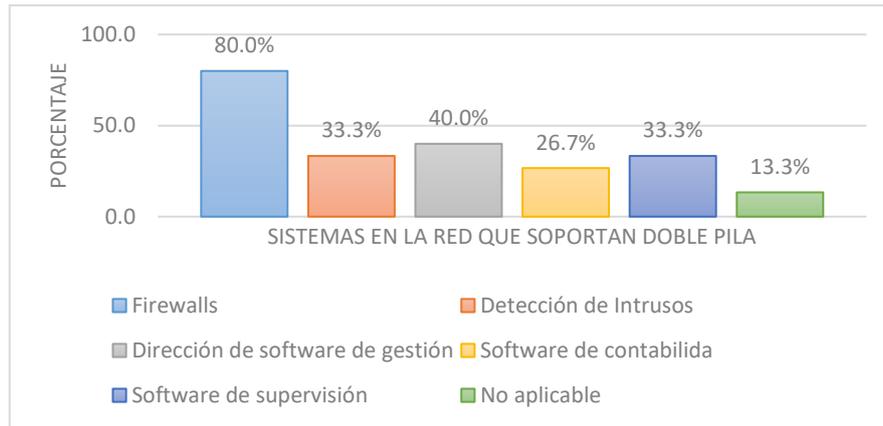


Figura 3.26. Sistemas de la red que soportan Doble Pila

Considerando que el mecanismo de coexistencia de IPv6 con IPv4 es el Doble Pila, el 80% está implementado en los firewalls, seguido por el software de gestión de la red con el 40%.

En el 2012, los firewalls comprendían el 100%, seguido de los equipos para la detección de intrusos con el 82% y Herramientas de gestión de red con el 75%.

Pregunta 27: ¿Tiene clientes que utilicen sólo IPv6?

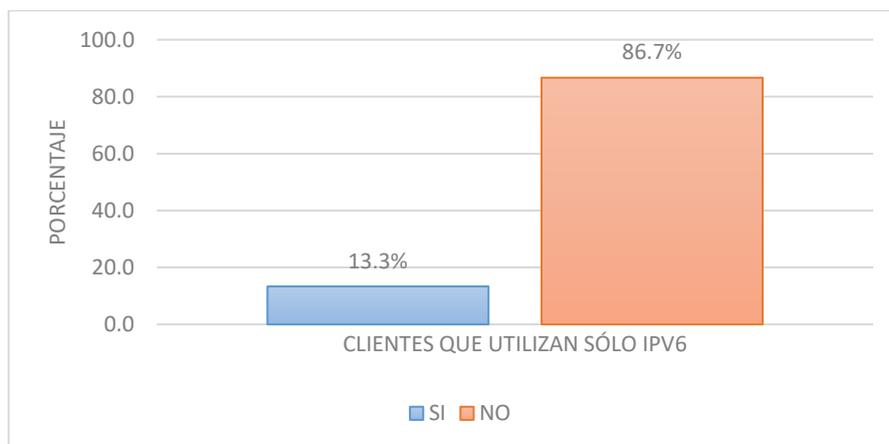


Figura 3.27. Clientes que utilizan sólo IPv6

Únicamente el 13.3% de los ISP participantes en la encuesta, tiene clientes que utilizan únicamente IPv6, los demás utilizan IPv4 como protocolo de conectividad.

En el 2012 no existían clientes que utilicen solamente IPv6.

Pregunta 28: ¿Tiene clientes que expresamente se negaron a considerar IPv6?

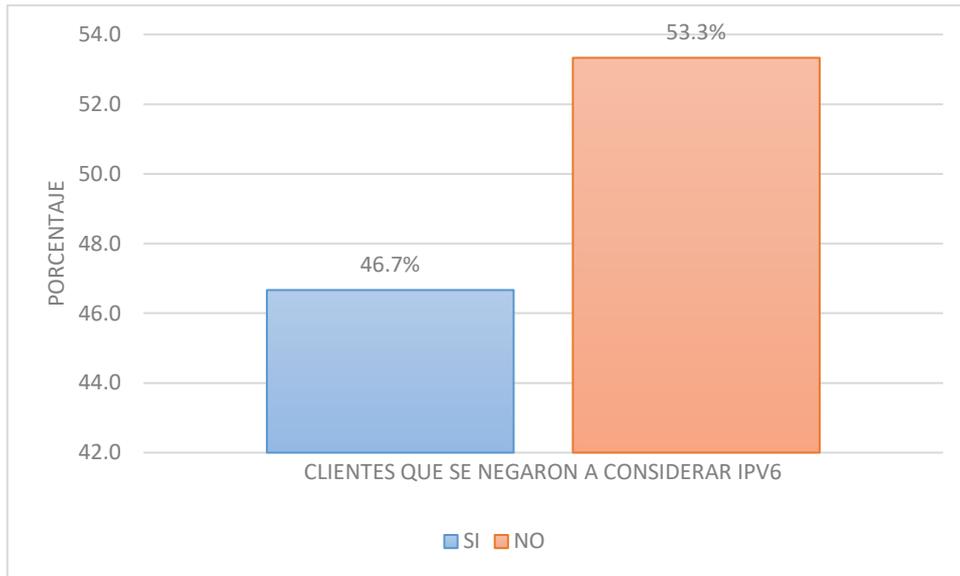


Figura 3.28. Clientes que se negaron a considerar IPv6

Con estos resultados podemos inferir que el 46.7% de ISP tienen clientes que consideran que definitivamente no requerirían por el momento utilizar IPv6, ya que están satisfechos con el servicio de IPv4. El 53,3% de los ISP tiene clientes que seguramente ha escuchado de las ventajas de utilizar IPv6 y pensarían o tienen planificado usarlo.

En el año 2012, el 10% de los ISP tenían clientes que se negaron rotundamente a IPv6 porque pensaron que no lo utilizarían y la razón es porque desconocían hacia donde se dirigía la utilización del protocolo, sin embargo, los encuestados en ese año tenían claro que era una realidad que tiene que darse a corto o largo plazo la utilización de IPv6. Por lo general, eran los clientes nacionales los que no presentaban interés en utilizar IPv6, ya que consideraban que falta mucho tiempo para que el Ecuador se vea afectado por la falta de direcciones IPv4.

Pregunta 29: Si usted ofrece multicast IP, ¿Qué utiliza para la traducción? (Puede seleccionar varias opciones)

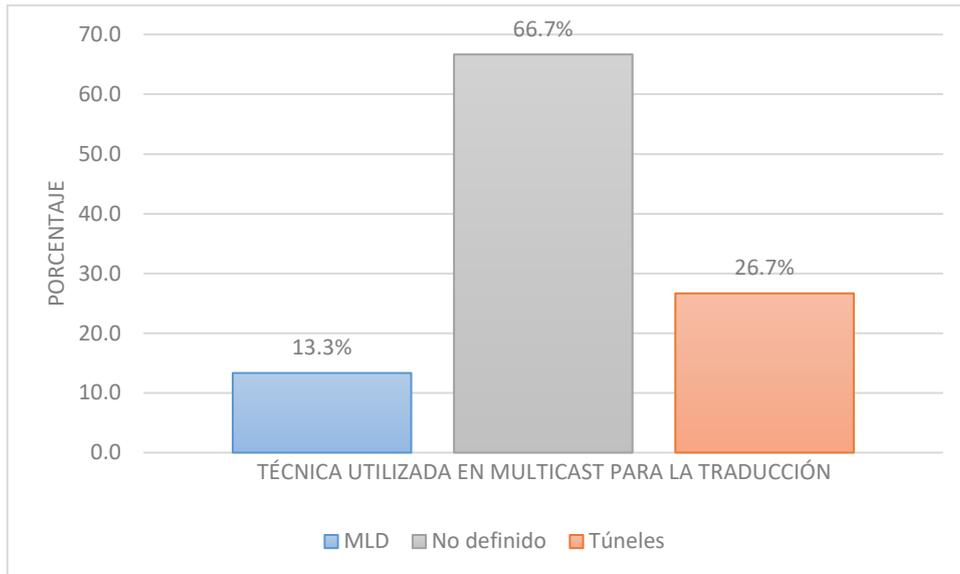


Figura 3.29. Técnica utilizada para traducción

Considerando que el 66.7% de los ISP no tienen definida una tecnología para multicast, significa que las aplicaciones no requieren de este servicio por el momento.

Pregunta 30: ¿Qué características y herramientas considera son necesarias hoy en día para el despliegue de las operaciones de IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

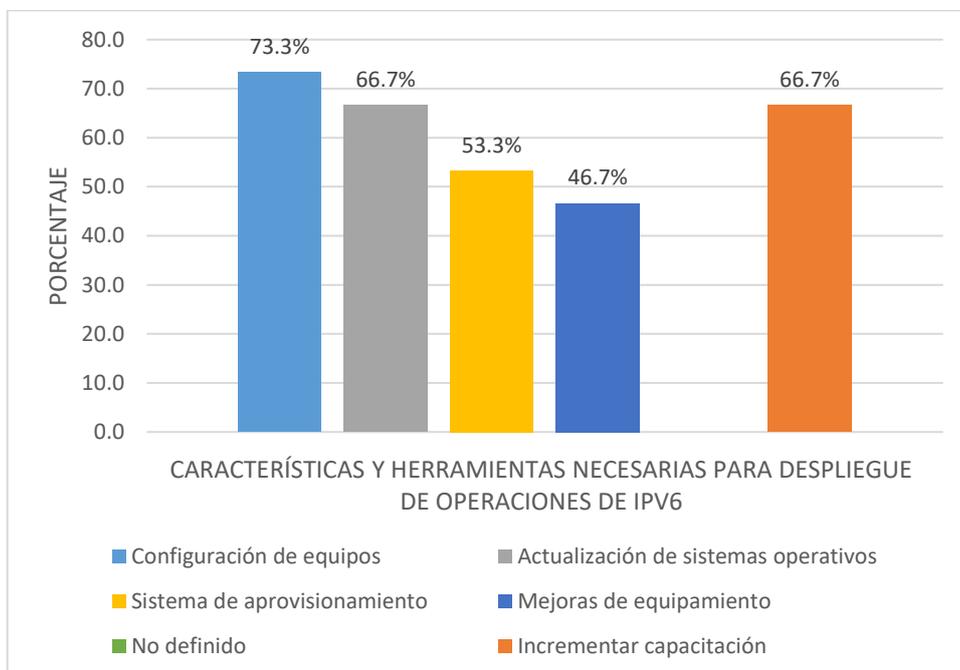


Figura 3.30. Características y herramientas para despliegue IPv6

De estos resultados, se puede inferir que, si bien la red está lista para proporcionar IPv6 o que los equipos están en capacidad de operar con IPv6, los equipos no están configurados o actualizados, por lo que el 73.3% de los ISP requieren configurar los equipos que forman parte de la red, por otra parte, es interesante ver que el 66.7% de los ISP consideran que es necesario capacitar a sus empleados y actualizar los sistemas operativos del equipamiento disponible.

Es importante indicar que la mayoría de administradores de red de los ISP tienen claro que se requiere de diferentes sistemas de gestión y seguridad para ser utilizados en redes IPv6 y dar servicio IPv6 nativo, para garantizar la operatividad y disponibilidad de su red, con el objetivo de proporcionar calidad de servicio en sus redes a los clientes.

Todavía consideran que la capacitación de su personal es importante, a diferencia del año 2012, en el cual existían muy pocos centros de capacitación para IPv6 en el país, lo cual, en la actualidad ya no es un limitante, pues estos temas están siendo cubiertos por academias como CISCO y Huawei.

Pregunta 31: ¿Considera que existe la reglamentación suficiente para brindar servicio al cliente utilizando IPv6?

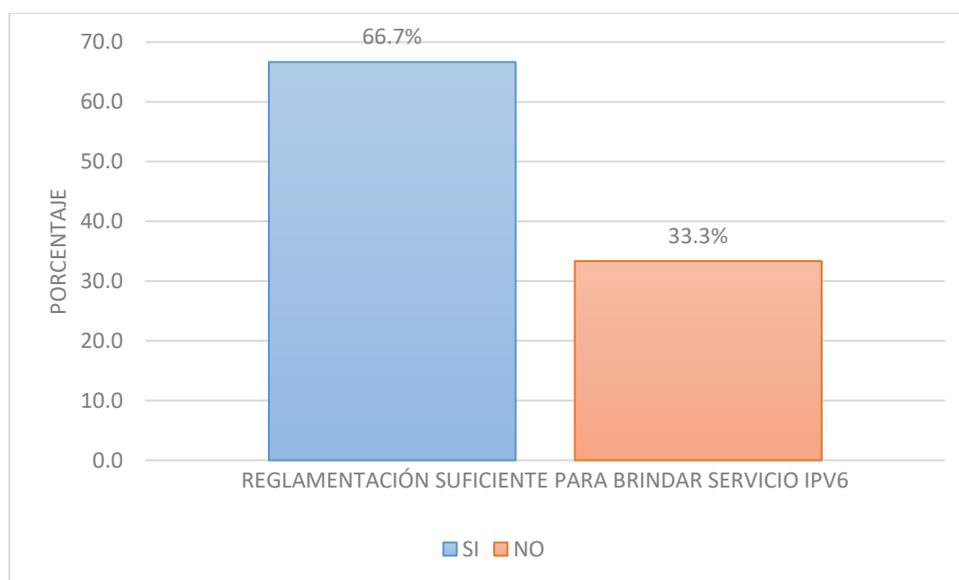


Figura 3.31. Reglamentación suficiente para brindar servicio IPv6

El 66.7% de ISP consideran que la reglamentación existente en el Ecuador es suficiente para brindar el servicio de IPv6, con lo que se podría decir que, muy probablemente estos proveedores todavía no proporcionan IPv6 de manera masiva por lo que no tienen

problemas que requieran una reglamentación más adecuada, sin embargo, los ISP que ya están ofreciendo el servicio, debido a su experiencia en operar con IPv6 consideran que no es suficiente.

Pregunta 32: ¿Tiene asignado un rango de direcciones IPv6 de LACNIC?

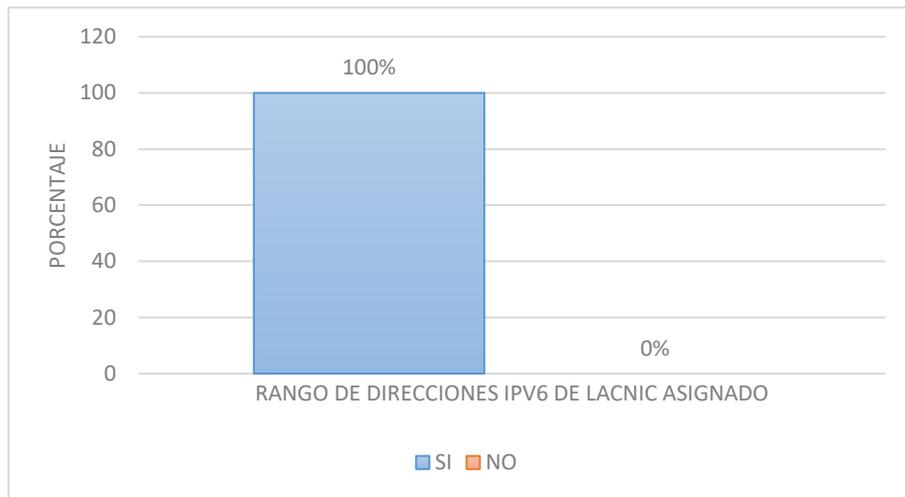


Figura 3.32. Rango de direcciones IPv6 de LACNIC a ISP

Todos los ISP ya tienen un rango de direcciones asignados por LACNIC.

Pregunta 33: ¿Aproximadamente cuántos clientes finales (personas naturales) de internet tiene su empresa? (Indicar un número aproximado)

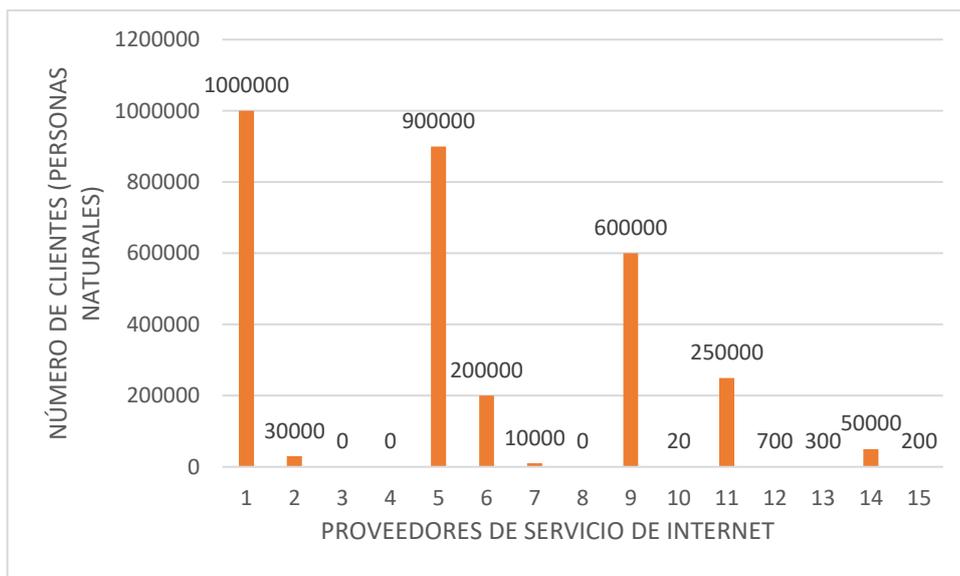


Figura 3.33. Clientes finales (naturales) de ISP

Estas cifras demuestran que los ISP consultados tienen aproximadamente 3100000 usuarios, lo que nos indica que la muestra utilizada proporciona la información suficiente para concluir de una manera muy confiable, el estado de penetración de IPv6 en el Ecuador.

Pregunta 34: ¿Aproximadamente cuántos clientes finales (personas jurídicas) de internet tiene su empresa? (Indicar un número aproximado)

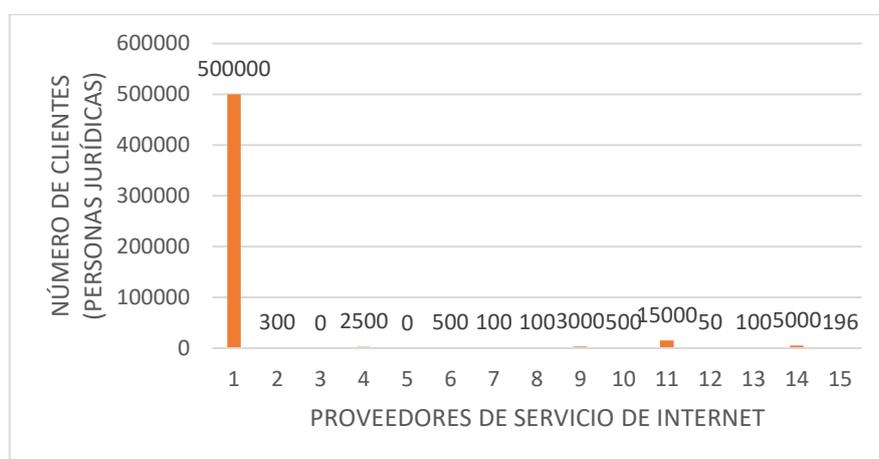


Figura 3.34. Clientes finales (jurídicos) de ISP

Solamente una empresa tiene gran cantidad de clientes corporativos y son aproximadamente 500000.

Pregunta 35: ¿Qué porcentaje de sus clientes finales tienen asignado IPv6 nativo?

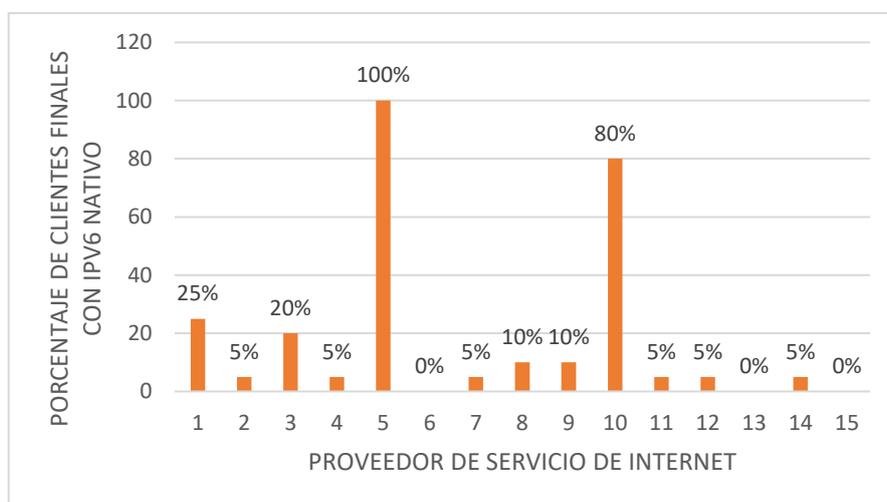


Figura 3.35. Clientes que tienen asignado IPv6 nativo

Las empresas en la actualidad ya tienen asignadas direcciones IPv6, por lo tanto, configuran sus CPE para tener conectividad con IPv6 para todos los usuarios, sin embargo, los usuarios desconocen de este particular.

Pregunta 36: Las razones por las cuáles inició el despliegue a IPv6 fueron: (Puede seleccionar varias opciones)

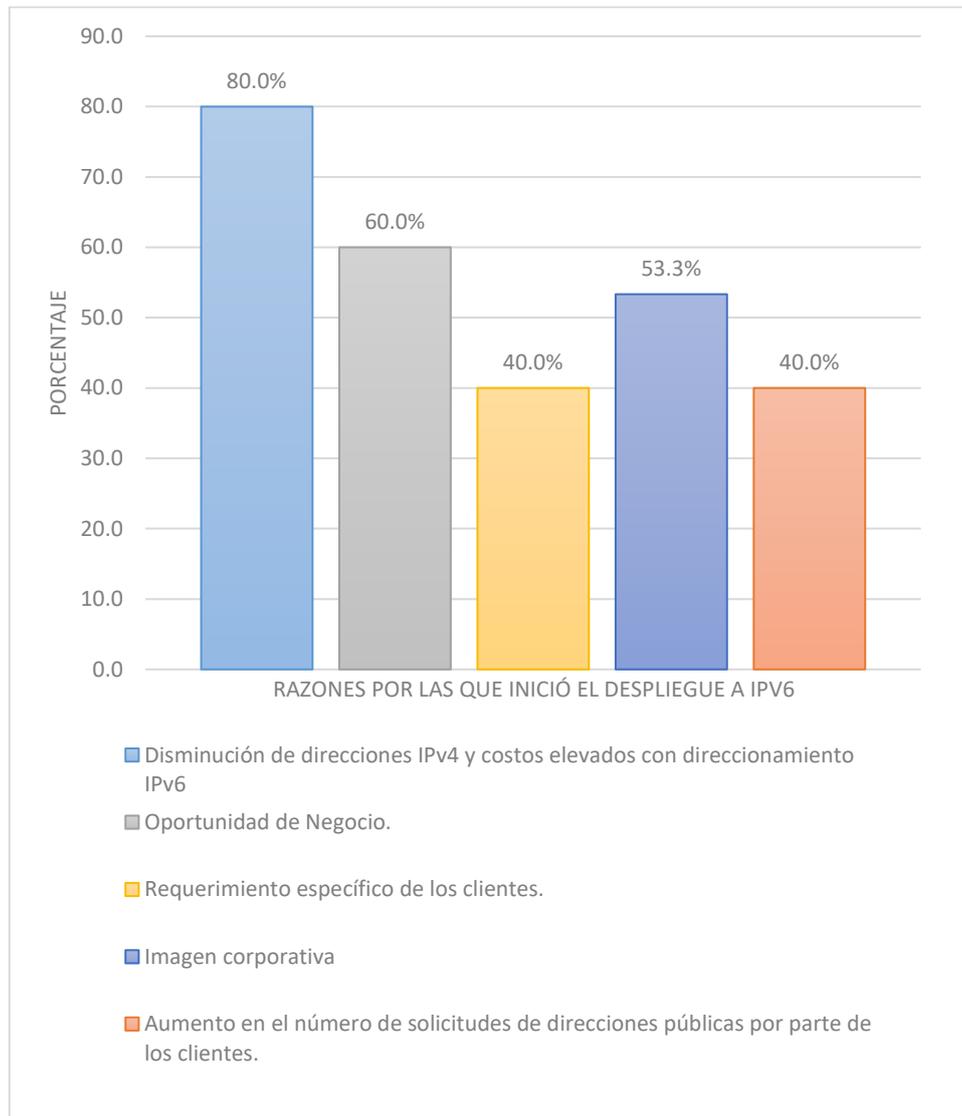


Figura 3.36. Razones de despliegue IPv6

Si bien el 80% de los ISP modificaron sus redes para brindar IPv6 por el anuncio de que no se asignarían más direcciones IPv4 públicas, el 60% de los ISP consideran a IPv6 como una oportunidad de negocio.

Pregunta 37: ¿Qué problemas encontraron en el despliegue de IPv6? (Puede seleccionar varias opciones)

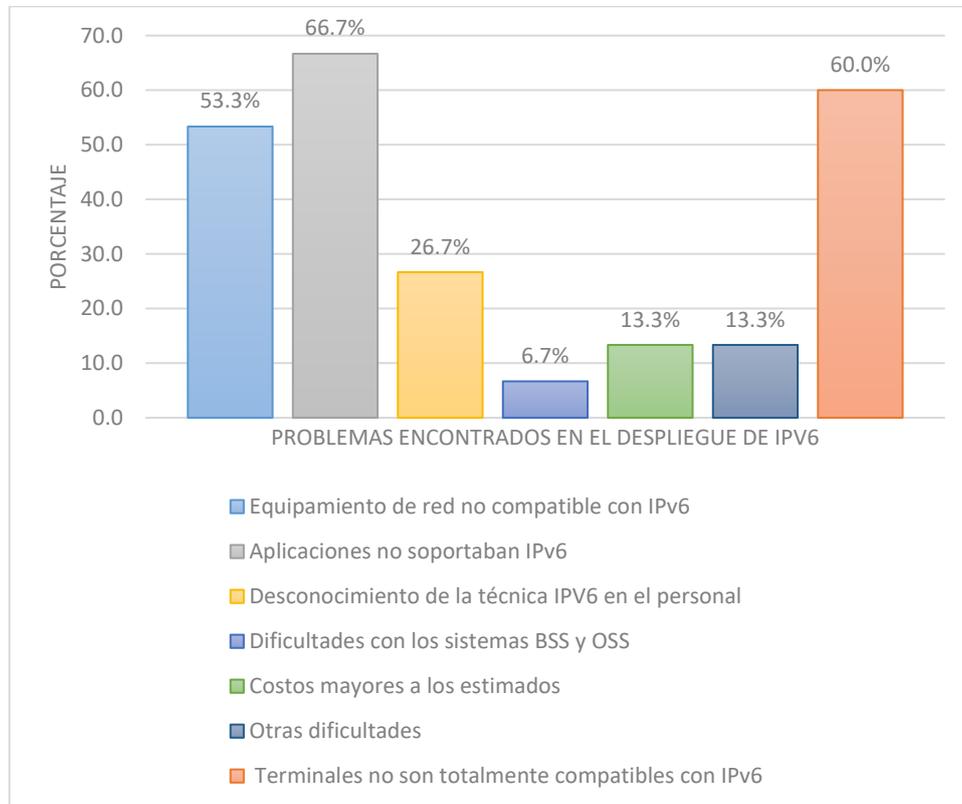


Figura 3.37. Problemas encontrados en el despliegue de IPv6

El 66.7% de los ISP tuvieron clientes cuyas aplicaciones no soportaban IPv6, lo cual disminuye la penetración de IPv6 en el Ecuador, además que el 60% de los ISP tuvieron usuarios que no tenían terminales para soportar IPv6 o, en su defecto los CPE de los proveedores no soportaban IPv6.

Es importante indicar que, el 53.3% de los ISP tenían equipos no compatibles con IPv6 por lo que tuvieron que hacer inversiones para que su red pueda coexistir.

Pregunta 38: Las razones por las cuales su empresa no inició el despliegue son: (Puede seleccionar varias opciones)

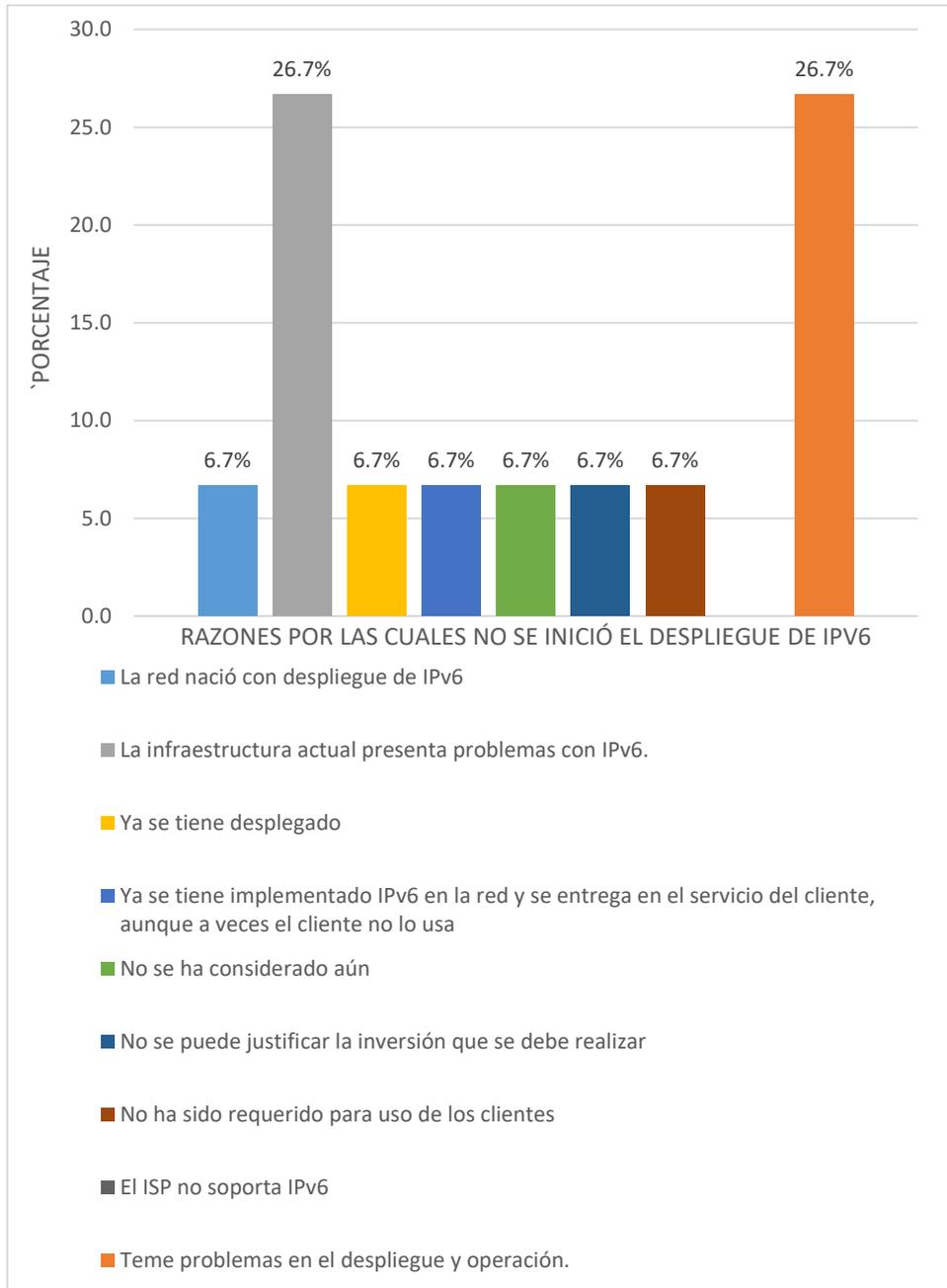


Figura 3.38. Razones por las que no se inició el despliegue

Los dos principales problemas que tuvieron los ISP para iniciar el despliegue de IPv6 fueron el tener equipos no compatibles con dicho protocolo, que no pudieron ser actualizados para IPv6, requiriendo la compra de nuevos equipos y además, surgieron problemas en el despliegue y operación, muy probablemente debido a la falta de experiencia de su personal.

3.2 DISCUSIÓN

El nuevo protocolo de Internet, fue diseñado y está pensado en cumplir dos cualidades que requiere el Internet moderno, mayor número de direcciones y seguridad.

Los resultados de las encuestas nos indican que, en la actualidad las empresas proveedoras de servicios de internet del Ecuador cuentan con la infraestructura necesaria para brindar servicios utilizando IPv6 como protocolo de red, sin embargo, es notorio que no forma parte de su cartera de servicios. La pregunta es por qué no venden servicios con el protocolo IPv6 como una nueva tecnología, al igual que lo hacen las empresas proveedoras de servicios celulares con la tecnología 5G en algunos países que cuentan con la implementación de IPv6.

Como los consumidores finales no solicitan específicamente servicios con IPv6, los ISP no han promocionado su utilización, quizá por la ausencia de aplicaciones cuya calidad de servicio mejore con dicho protocolo, lo cual evita su implementación y, por lo tanto, se complica determinar las fallas de seguridad que podría tener, lo que hace que los productos de seguridad tampoco estén listos para IPv6. Quizá, éste es un problema para la penetración, ya que más experiencia de seguridad se tendría con IPv4.

IPv6 se ha retrasado porque no hay una necesidad actual, lo que no permite encontrar una razón económica suficiente que justifique la venta de este servicio. Sin embargo, la necesidad existirá pronto, y es cada vez más evidente e inminente.

El agotamiento de IPv4 y el incremento de la demanda de Internet determinan la necesidad de una mayor adopción de IPv6 en el Ecuador y en el mundo. Sin embargo, las empresas responsables del despliegue no consideran a este protocolo como una fuente de nuevos ingresos y, por lo tanto, que sea posible aumentar sus ganancias.

De la literatura revisada durante la investigación, las experiencias de implementar IPv6 están relacionadas con negocios y el incremento de la demanda de los usuarios, especialmente en aplicaciones IoT para que los nodos tengan conectividad de extremo a extremo.

Se ha determinado que los juegos en línea son y serán la aplicación que obligue a los ISP a brindar servicios de IPv6, por rendimiento en el usuario y el ahorro de costos.

Mientras tanto, los problemas para el despliegue de IPv6 se encuentran mayoritariamente relacionadas al desconocimiento de esta tecnología y la falta de conocimiento sobre el protocolo por parte de los clientes.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Durante el proceso de investigación, el insumo principal para el análisis del estado de despliegue de IPv6 en el Ecuador es la información obtenida mediante encuestas de los directores o administradores de las redes de los ISP del Ecuador. La muestra incluyó a los principales ISP que tienen el 90% de concentración en el mercado de servicios de internet.

El estudio permite comprobar, que el grado de penetración en el Ecuador es del 100% debido a que los ISP sí cuentan con la infraestructura necesaria, a pesar de esto, los equipos del usuario no están habilitados para hacer uso del servicio IPv6.

La razón por la cual no se ha desplegado en su totalidad IPv6, está relacionado con la parte económica, ya que las empresas no aumentan sus ganancias por la implementación de este protocolo y la otra, es porque los servicios que están ofreciendo en la actualidad desaparecerían por la utilización de este protocolo.

A partir de las encuestas se elaboraron los gráficos correspondientes para visualizar las conclusiones de manera cualitativa. Con esta información podemos concluir que el grado de penetración de IPv6 en los ISP del Ecuador es prácticamente el 100% en los proveedores que tienen mayor participación en el mercado nacional, incluyendo las operadoras de telefonía celular, sin embargo, no todas ofrecen el servicio a los usuarios, la razón principal es el modelo de negocio de los ISP.

Desde el 2012 se realizaron los procesos para la coexistencia de IPv4 e IPv6, siendo la técnica Dual Stack la más utilizada, a pesar que en ese año existieron algunas alternativas.

Las dificultades presentadas durante el despliegue de IPv6 fueron solucionadas por cada una de las empresas. Con los resultados obtenidos a finales de diciembre de 2021 e inicios del 2022 definitivamente no se puede hablar de transición, se debe hablar de coexistencia. Los equipos de los ISP están en capacidad de operar con IPv6, de igual manera los equipos de usuario.

Se considera que la reglamentación no ha afectado a la utilización de IPv6, ya que la principal causa para que los usuarios no tengan servicio de IPv6 se debe a que dicho protocolo afecta directamente al modelo de negocios y por lo tanto a la rentabilidad de las empresas. La reglamentación del estado para la operación de IPv6, debe estar dirigida a proporcionar la calidad de servicio al usuario y control sobre el precio de servicio. No tiene

sentido una reglamentación a la parte técnica, ya que los estándares de IPv6 son internacionales.

Si consideramos que los ISP ya tienen sus redes preparadas para proporcionar servicio a los usuarios, las perspectivas de implementación no dependen de la tecnología, ya que éstas están relacionadas directamente al modelo de negocio que los ISP tienen, los cuales dependen de los réditos económicos que deben proporcionar los nuevos servicios y por el momento no se han desarrollado aplicaciones que únicamente trabajen con IPV6.

Hay que considerar que IPv6 existe y se debe tomar muy en cuenta el crecimiento del tráfico IPv6 alrededor del mundo.

Se necesita comprender el protocolo, entender los beneficios y, sobre todo, ser consciente de que, llevar a cabo el despliegue depende de nuevas aplicaciones cuya calidad de servicio mejore con IPV6.

Si no se usa IPv6, se recomienda desactivarlo ya que en la actualidad los equipos tienen la capacidad de proporcionar el servicio IPv6, si se lo deja activo, se puede tener problemas de seguridad ya que se convierte en un punto de entrada a la red.

El impacto económico por la implementación de IPv6 en los Proveedores de Servicio de Internet está relacionado directamente con la capacidad de ofrecer los nuevos servicios que dependan de la conectividad IPv6 y de esta manera generar una utilidad económica a las empresas, debido a que los costos económicos por la implementación y operación de las redes para IPv6 son mayores a los beneficios económicos. En el día de hoy, los ISP no ofrecen el servicio.

Es notorio el cambio que se ha suscitado en el modelo de negocio de los ISP con la utilización de internet, a tal punto de que, por ejemplo, el servicio de telefonía fija de CNT, Claro o Grupo Tv Cable está cambiando por el servicio de voz por internet (WhatsApp).

Del estudio podemos concluir que las razones por las cuales no se ha desplegado IPv6 a nivel de usuario se debe al factor económico porque los servicios que en la actualidad se ofrecen por internet solo requieren de conectividad IPv4.

Por otra parte, la reglamentación ha facilitado la implementación de IPv6 en el Ecuador, por lo tanto, la decisión de brindar el servicio IPv6 a los usuarios la toman netamente los ISP.

4.2 RECOMENDACIONES

En toda actividad, el factor económico es un parámetro importante para ejecutar un proyecto, en especial en el área de las telecomunicaciones, que define el costo de implementación de una red de este tipo. De igual manera se debe considerar, que los proyectos implementados por los ISP deben proporcionar réditos económicos a los inversores, por lo que, para validar de una mejor manera la conclusión del por qué los ISP todavía no ofrecen el servicio con IPv6 a sus clientes, y verificar que no les conviene económicamente dar este servicio porque bajarían sus ganancias, se considera que es necesario un análisis del costo beneficio que implicaría a los ISP dar servicio IPv6 a los usuarios.

Para realizar esta tarea, es necesario la participación de expertos en el costeo de redes de telecomunicaciones.

De lo anterior, es claro que, en este momento, el principal actor para el despliegue de IPv6 a los usuarios en el Ecuador es el sector privado, debido a que, sin el servicio al usuario, los emprendedores no pueden desarrollar nuevos productos comerciales basados en IPv6. Por lo que los ISP se convierten en el principal factor que puede acelerar y agilizar el proceso de adopción a nivel nacional y el apareamiento de nuevas aplicaciones.

En particular, se recomienda que todos los proveedores del servicio de acceso a Internet empiecen ya a proporcionar el servicio IPv6 a los usuarios, debido a que sus redes ya están listas.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Loshin P., "IPv6 -Theory, Protocol, and Practice," *ELSEIVER Morgan Kaufmann Publ.*, 2004.
- [2] RFC4291, "IETF," 2006. [Online]. Available: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4291>.
- [3] Oracle, "Descripción general de las direcciones IPv6," 2010. <https://n9.cl/ylao0>.
- [4] ITWEB, "Qué tipos de direcciones IPv6 existen," 2021. <https://n9.cl/whikz>.
- [5] K. Mohbey, "Future Internet Plan using IPV6 Protocol," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 3, no. 1, 2012.
- [6] LACNIC, "Mecanismos de Transición," 2022. <https://www.lacnic.net/5495/1/lacnic/mecanismos-de-transicion>.
- [7] ARCOTEL, "Proveedores de infraestructura física," 2022. <https://www.arcotel.gob.ec/proveedores-de-infraestructura-fisica-para-uso-en-redes-publicas-de-telecomunicaciones-deberan-inscribirse-en-la-arcotel/#:~:text=Se considera como proveedor de,instalación%2C soporte y complemento de>.
- [8] C. Martinez, G. Cicileo, and A. Acosta, "Despliegue de IPv6 para el desarrollo economico de América Latina y el Caribe," 2015. [Online]. Available: <https://www.lacnic.net/innovaportal/file/3035/1/caf-lacnic-despliegue-ipv6-para-desarrollo-socio-economico-en-lac.pdf>.
- [9] R. Doverspike, *Guide to Reliable Internet Services and Applications*. 2010.
- [10] ARCOTEL, "Boletín Noviembre," 2020. [Online]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/BOLETIN-NOVIEMBRE-2020-25-11-2020.pdf>.
- [11] A. Tanembaun, *Redes de Computadores*, 5th ed. México: Pearson, 2012.
- [12] Leased Line, "leased-line-comparison," 2022. <https://leased-line-comparison.co.uk/what-is-sdsl/>.
- [13] R. Garcia, "Toda Fibra Optica e Igual," 2022. <https://www.adslzone.net/reportajes/operadores/ftth-vs-hfc-fibra-cable/>.

- [14] COMMSCOPE, “FTTX fibra a la X,” 2018. [Online]. Available: <https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/2525-fiber-to-the-x-fundamentals-ebook-eb-112495-es.pdf?r=1>.
- [15] EduSat, “Fundamentos de Comunicación Satelital.” [Online]. Available: <https://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/Comunicaciones Satelites y Celulares/Fundamentos de la Comunicacion Satelital.pdf>.
- [16] AEPROVI, “NAP,” 2022. <https://aeprovi.org.ec/es/preg-frecuentes/77-faq/faq-napec-adm/422-que-es-nap-ec>.
- [17] A. Sonia, “Análisis De La Evolución De Ipv6, Basado En Experiencias De Empresas De Telecomunicaciones,” Universidad de Guayaquil, 2018.
- [18] AEPROVI, “SOCIOS DE AEPROVI.” <https://www.aeprovi.org.ec/es/quienes-somos/socios-de-aeprovi>.
- [19] AEPROVI, “Topología NAP,” 2022. <https://aeprovi.org.ec/index.php/es/napec/topologia>.
- [20] Leonardo Miguel Silva Bracero, “ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA IMPLANTACIÓN DE IPV6 EN LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET A NIVEL NACIONAL,” ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2012.
- [21] ARCOTEL, “BOLETIN ESTADÍSTICO TRIMESTRAL,” 2021. [Online]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/Boletín-estadistico-noviembre-2021.pdf>.
- [22] M. G. y S. Jáuregui, “Intensidad Competitiva en el servicio de Internet móvil,” 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.osiptel.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12630/404/reporte-competencia-n08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [23] LACNIC, “Acerca de LACNIC,” 2022. <https://www.lacnic.net/966/1/lacnic/acerca-de-lacnic#:~:text=LACNIC es el Registro de,proceso de desarrollo de políticas>.
- [24] MINTEL, “Se agotan dominios IPv4,” 2022. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/se-agotan-dominios-ipv4-pero-en-ecuador-se-fortalece-protocolo-ipv6/>.
- [25] LACNIC, “Manual de Políticas de LACNIC,” 2016. [Online]. Available:

- <https://www.lacnic.net/innovaportal/file/543/1/manual-politicas-sp-2-6.pdf>.
- [26] LACNIC, "WHOIS." <https://www.lacnic.net/1002/1/lacnic/whois>.
- [27] LACNIC, "Políticas de asignación de direcciones." [https://www.lacnic.net/547/1/lacnic/4-politicas-para-la-distribucion-y-asignacion-de-direcciones-ipv6#:~:text=LACNIC realizará una distribución de,según el punto 4.5.1.3](https://www.lacnic.net/547/1/lacnic/4-politicas-para-la-distribucion-y-asignacion-de-direcciones-ipv6#:~:text=LACNIC%20realizar%C3%A1%20una%20distribuci%C3%B3n%20de,seg%C3%BA%20el%20punto%204.5.1.3).
- [28] LACNICNews, "Estadísticas de adopción de IPv6 en la región," 2021. <https://prensa.lacnic.net/news/ipv6/estadisticas-de-adopcion-de-ipv6-en-la-region>.
- [29] 6LabsCisco, "Statistics per country," 2022. <https://6lab.cisco.com/stats/search.php>.
- [30] Google, "Estadísticas." <https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html>.
- [31] RIPE Labs, "IPv6 Adoption Statistics," 2022. <https://labs.ripe.net/author/wilhelm/ipv6-adoption-statistics-a-comparison-of-different-metrics/>.
- [32] MINTEL, "Acuerdo 007 2012," 2012. [Online]. Available: https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/02_14_Acuerdo_No_007-2012.pdf.
- [33] I. Ecuador, "No Title," 2022. www.ipv6tf.ec.
- [34] MINTEL, "Plan Nacional de Desarrollo de Banda Ancha," 2017. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/Programa-Nacional-de-Desarrollo-de-la-Banda-Ancha.pdf>.
- [35] IPLocation, "Ecuador rangos de direcciones IP," 2022. <https://lite.ip2location.com/ecuador-ip-address-ranges?lang=es>.
- [36] F. Garcia, *La encuesta*. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1993.
- [37] Archenti, *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Cengage, 2012.
- [38] F. Cortez, "La perversión empirista," *En Estud. Sociológicos*, pp. 365–373, 1991.
- [39] P. Bourdieu, *El oficio del sociólogo. Presupuestos epistemológicos*. Buenos Aires, 2011.
- [40] G. Westreicher, "Matriz de datos," 2021. .
- [41] D. Baranger, *Construcción y análisis de datos. Introducción al uso de técnicas cuantitativas en la investigación social*. Posadas, 2009.

ORDEN DE EMPASTADO