

RETOS Y PERSPECTIVAS DEL IPV6 EN MÉXICO

Dra. Claudia Marina Vicario Solórzano
marina.vicario@gmail.com
Martínez Soto Silvino
Silmtz123@gmail.com
Paz Matheis Iván
ivan.matheis14@gmail.com
Rodríguez Ramos Duan Fernando Jesús
duanrodriguez20@yahoo.com
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería
y Ciencias Sociales y Administrativas - IPN

Abstract

The network protocol called IPv6, has been shown to be a solution to the increasingly growing global demand for IP addresses, the same demand that currently cannot be provided properly. The main cause of this shortage is due to the limitations shown by the last version of the protocol, IPv4, which did not contemplate the enormous growth of the Internet and which had a very small number of addresses (2^{32}) compared to the IPv6 ($6,7 \times 10^{17}$). In Mexico, research and projects for the implementation of the protocol began since 1998. Even after these investigations, we can see that in our country the implementation of IPv6 is very low, with an implementation rate of 11.81 % in comparison with other countries, for example, Belgium with 53.13 %. This low rate of adoption of IPv6 in Mexico is due to certain challenges in the country, which are mainly: incompatibility with past versions, lack of support for IPv6, deprivation of perceived need, security risks and the economy. In this article, in addition to explaining these challenges, we will also address the issue of the IPv6 perspective in this country.

Palabras Clave: IPv4, IPv6, Protocolo, Internet, México.

I. Introducción

Es de gran relevancia conocer que, en la actualidad, la creciente demanda de nuevos dispositivos electrónicos con la capacidad de conectarse a la red está sobrepasando el número de direcciones IP existentes para identificar dichos dispositivos. (Shiranzaei, A., & Khan, R. Z. (2018). IPv6 security issues— A systematic review pag. 41) La escasez de direcciones IPv4 se debe en cierta parte al gran crecimiento que ha tenido Internet, el cual no estaba considerado al momento en el que se diseñó el protocolo, haciendo que las aproximadamente 2^{32} de direcciones existentes, actualmente sean consideradas insuficientes y en consecuencia se esté limitando el crecimiento de la Internet. (Punithavathani, D. S., & Radley, S. (2014). Performance analysis for wireless networks: An analytical approach by multifarious sym teredo. Scientific World Journal, 2014).

Para poder solucionar esta adversidad se ha desarrollado el protocolo de Internet versión 6 (IPv6). Esta versión actualizada del protocolo ha sido diseñada para poder reemplazar a la IPv4, la cual ya está sustituyendo progresivamente a esta última. La IPv6 está basada en direcciones de 128 bits que, a diferencia de los 32 bits de la IPv4, nos da la posibilidad de obtener hasta 340 sextillones de direcciones distintas. (Hernández S. J. A.. (2017). Propuesta de Implementación Del Protocolo IPv6 En La Red De Datos Del Instituto Politécnico Nacional (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México pag. 42) .

En México como en el resto del mundo, la migración inminente de IPv4 a IPv6 nos trae mejoras considerables en la manera en cómo nos conectamos, (Kravchenko, Y., Starkova, O., Herasymenko, K.,

& Kharchenko, A. (2018). Peculiarities of the IPv6 implementation in ukraine. 2018-January 363-368) pero a su vez este cambio también trae consigo algunas dificultades y retos, por eso es importante que conozcamos la manera de funcionar de este protocolo en la próxima implementación a los dispositivos. En este artículo analizaremos estos retos, así como también observaremos las perspectivas que existen hacia la implementación de IPv6 en nuestro país. (Bajpai, V., & Schonwalder, J. (2015). IPv4 versus IPv6 - who connects faster? In IFIP Networking Conference(pp. 1-9). New York: IEEE. doi: 10.1109/IFIPNetworking.2015.7145323 de <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>).

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN IPv6 EN MEXICO

La evidente falta de direcciones IPv4 ya era considerada desde la década de los 90's, impulsando a el organismo que regula los estándares de Internet (IETF), a desarrollar un nuevo protocolo el cual pudiera cumplir con la demanda de nuevas direcciones IP, la IPv6. En México también se conocía este problema, motivo por el que, en el mes de diciembre de 1998 se comenzarían con las investigaciones y proyectos para la implementación del protocolo, dicha investigación sería encabezada por la UNAM. (Fernández A., A. "Trece años de IPv6 en México. Caso UNAM Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de junio de 2012, Vol. 13, No.6 [Consultada: 2 de junio de 2012]. Disponible en Internet: [<http://www.revista.unam.mx/vol.13/num6/art61/index.html>] ISSN: 1607-6079.) 6Bone fue una red experimental para v países como Bélgica, Alemania y Grecia llevan la delantera con índices de 53.13 %,38.75 % y 36.43 % respectivamente, México apenas tiene un 11.81 % de implementación. Esto se debe a los retos en la implementación del protocolo, estos mismos se detallan a más adelante. (6NET (Large-Scale International IPv6 Pilot Network). (2005). An IPv6 Deployment Guide. The 6NET Consortium. <http://www.6net.org/book/deployment-guide.pdf>).

Con la ayuda de algunos cálculos recientes se ha estimado que en México existen 65 millones de usuarios de Internet; de los cuales 80 % ha declarado el uso de este con el propósito de entretenerse, 52 % para apoyar su educación o capacitación y la búsqueda de información, 75 % para redes sociales, un 16 % declara utilizarlo para comercio en línea, y 10 % para transacciones bancarias; también se estimó el número de usuarios de telefonía celular, en específico los que contaban con un Smartphone, la cifra de estos usuarios ronda los 55 millones. Estos datos nos demuestran que la implementación de IPV6 es un requisito indispensable para mantener un ritmo dinámico en el aumento de la conectividad en el país. (Comité de Infraestructura de la Asociación de Internet.mx. (2017). Adopción de IPv6. 21 de noviembre del 2018, de Asociación de Internet.mx Sitio web: <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/noticiasx/2315-adopcion-de-ipv6>).

RETOS PARA LA IMPLEMENTACION DE IPv6

Algunas de las principales dificultades para implementar las direcciones IPv6 son:

- Incompatibilidad hacia versiones pasadas: El principal problema en la transición de protocolos reside en la imposibilidad de su compatibilidad. Mientras los sistemas IPv6 pueden recibir, enviar y encaminar paquetes de IPv4, los sistemas con IPv4 no pueden manejar paquetes IPv6. (Sookun, Y., & Bassoo, V.(2016). Performance analysis of IPv4/IPv6 transition techniques. (pp. 1-3). New York: IEEE. doi: 10.1109/EmergiTech.2016.7737336) En respuesta a estos problemas, IETF propuso tres soluciones; Dual Stack, traducción y tunelización (Sookun, Y., & Bassoo, V.(2016). Performance analysis of IPv4/IPv6 transition techniques. New York: IEEE. doi: 10.1109/EmergiTech.2016.7737336) (Altangerel, G., Tsogbaatar, E., & Yamkhin, D. (2016). Performance analysis on IPv6 transition technologies and transition method New York: IEEE. doi: 10.1109/IFOST.2016.7884155) que permiten el funcionamiento de los dos protocolos coexistiendo, con el fin de que IPv6 pueda funcionar sin afectar la operación normal de la red IPv4.
- Falta de apoyo a IPv6: El gobierno como líder, deberá promover la implementación de IPv6 como una prioridad, enfocándose en el establecimiento de programas para la implementación de IPv6 a nivel gubernamental y de requisitos para que los diferentes organismos informen sus avances en la implementación. Para aumentar el conocimiento de las técnicas de implementación de IPv6, se debe alentar a los operadores de redes tanto públicas como comerciales a que participen en actividades de capacitación, obteniendo de esta manera, especialistas en TI. Es importante que continúen fomentando la adopción de IPv6 para asegurar la conectividad global y el crecimiento continuo de Internet a largo plazo. (Vladimír Nulíček. (2018). Problems

with IPv6 Implementation. 1 de Julio del 2018, (pp. 7-14) Sitio web: https://aip.vse.cz/artkey/aip-201801-0002_problemy-zavadeni-ipv6.php?l=en.

- Falta de necesidad percibida: Si algo que impide la adopción de IPv6 es la percepción de que no hay una necesidad inmediata, apremiante y específica que la impulse. El éxito de las soluciones paliativas temporarias como los traductores de direcciones de red (NAT) ha enmascarado la importancia y la urgencia de adoptar IPv6. Sin embargo, las leyes de la oferta y la demanda sugieren que, a medida que las direcciones IPv4 se vuelvan cada vez más escasas, los costos de las direcciones IPv4 y las redes IPv4 aumentarán a tal punto que superarán los costos asociados con el despliegue de IPv6. (Vladimír Nulíček. (2018). Problems with IPv6 Implementation. 1 de Julio del 2018 (pp. 7-14) Sitio web: https://aip.vse.cz/artkey/aip-201801-0002_problemy-zavadeni-ipv6.php?l=en).

- Riesgos de seguridad de IPv6: El uso de mecanismos de transición aumenta el riesgo de infección de las redes IPv6. (Narayan, S., Gupta, R., Kumar, A., Ishrar, S., & Khan, Z. (2015). Cyber security attacks on network with transition mechanisms (pp. 1-6. New York: IEEE. doi: 10.1109/CoCoNet.2015.7411182 de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7411182/>) El protocolo IPv6 introduce un mecanismo para el descubrimiento de vecinos y configuración automática sin estado. Estos mecanismos también aumentan el riesgo de ataques contra la red. El atacante, por ejemplo, podrá emitir un enrutador implícito y puede realizar ataques basados en intermediario (man-in-the-middle)(Frankel, S., Graveman, R., Pearce, J., & Rooks, M. (2010). Guidelines for the Secure Deployment of IPv6. <http://www.nist.gov/publications/nistpubs/800-119/sp800-119.pdf>). Los mecanismos de tunelización no implementan ningún estándar de autenticación del origen y el cifrado de datos, esto da lugar a ataques de vulnerabilidad, tales como paquetes de escucha o la inserción. (Savola, P., & Patel, C.(2004). Security Considerations for 6to4. (pp. 1-10) RFC 3964. doi: <https://doi.org/10.17487/RFC3964>).

- Economía: La actualización a una nueva versión del protocolo IP no es libre, por su puesto. Los costes de la introducción de IPv6 son: - Renovación del hardware: Los nuevos dispositivos por lo general serán compatibles con IPv6. (Steffann, S., Van Beijnum, V., & van Rein, R. (2013). A Comparison of IPv6-over-IPv4 tunnel mechanisms. IETF RFC 7059. Retrieved November 6, 2017, from <https://tools.ietf.org/html/rfc7059>).

– Los costos de software: El desarrollo de los mecanismos de transición para la coexistencia entre ambas versiones.

– El coste de la gestión de la red: La necesidad de especialistas en TI capacitados para implementar y configurar la nueva versión del protocolo IP en la red y su posterior mantenimiento. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MINTIC] (2010). de <http://184.106.30.252/E-DocumentManager/gallery/Normatividad/Circular000002del6deJuliode2011Promoci%C3%B3nIPv6.TIF>).

PERSPECTIVAS

“Hasta agosto de 2016, en México existían las siguientes asignaciones, clasificadas de acuerdo con las distintas categorías de socios LACNIC (entidades que han suscrito un contrato con IAR México) vigentes para la región de América Latina y el Caribe:”

ISPs con IPv4	100
ISPs con IPv6	68
ISPs anunciando IPv6	21
Usuarios Finales con IPv4	130
Usuarios Finales con IPv6	32
Usuarios Finales anunciando IPv6	5

Figura 3 .Entidades que han suscrito un contrato con IAR México. Fuente (Lacnic 2018).

Se considera que México muestra un potencial del 90 % de la cobertura del mercado, basándose en el nivel actual de asignaciones.

Uno de los principales problemas del IPv6 es la baja demanda de direcciones, independientemente de la asignación de estas en el país. Esto lo podemos observar en la tabla de asignaciones anterior, en donde son muy pocas entidades anunciando IPv6. (Comité de Infraestructura de la Asociación de Internet.mx. (2017). Adopción de IPv6. 21 de noviembre del 2018, de Asociación de Internet.mx Sitio web: <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/noticiasx/2315-adopcion-de-ipv6>).

Estado actual del despliegue de IPv6 en México:

La figura 1 representa un mapa en el cual se muestra el porcentaje de implementación del IPv6 en distintos países. En México, la adopción de IPv6 es aproximadamente del 11.81 %.

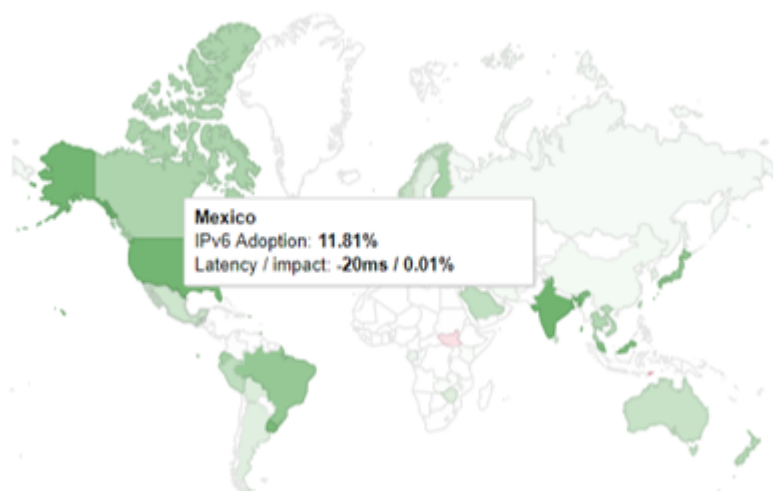


Figura 1.Implementación de IPv6.

Fuente: (Google Statistics, 2018).

La figura 2 representa el porcentaje del uso de internet con IPv6, aumentando casi un 10 % en dos años, lo cual representa un gran avance en la adaptación de dicho protocolo.



Figura

2. Adopción de IPv6 en México. Fuente (Cisco 2018).

Modificación de los productos y cambios operativos.

Muchas veces, para implementar IPv6 los operadores de redes, los proveedores de contenido y los desarrolladores de software y hardware deben realizar cambios en sus sistemas y servicios. Esto se ha vuelto más fácil gracias a un aumento de las tecnologías que soportan IPv6, los materiales de apoyo, las herramientas de implementación y las habilidades del mercado. Sin embargo, la implementación de IPv6 requiere de esfuerzo, habilidad y recursos. Algunas empresas han optado por retrasar esta inversión o están esperando hasta que sus pares, competidores y proveedores de servicios también adopten IPv6. Estos gráficos muestran la evolución del protocolo predeterminado, los tipos de direcciones v6 y el ancho de banda promedio en México a lo largo del tiempo. Se generan utilizando los datos recopilados por la página de prueba de conexión ipv6-test.com y se actualizan mensualmente.

Soporte general del protocolo IPv6 y v4 en México.

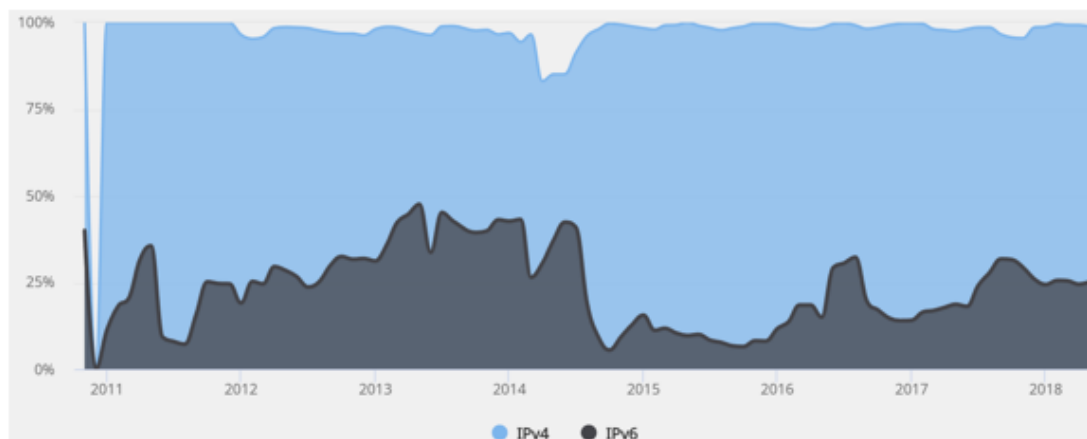


Figura 3. Evolución del soporte IPv6 vs IPv4 en pruebas de conexión (ipv6-test.com, jun 2018) .

Las cifras son porcentajes, por lo que podemos esperar que casi el 100 % de los hosts soporten IPv4 con un crecimiento lento para IPv6.

ISP	IPv6 tests count
Uninet S.A. de C.V	195
Uninet S.A. de C.V.	153
Hurricane Electric	83
Konecta de Mexico	52
Mega Cable	38
Alestra	16
Centros Culturales de Mexico	10
Universidad Nacional Autonoma de Mexico	10
Internet Assigned Numbers Authority	9
Gestión de direccionamiento UniNet	9

Figura 4. Los 10 mejores proveedores de servicios de Internet para IPv6 en México (ipv6-test.com junio de 2018)

Uninet, SA de CV ofrece servicios de redes corporativas y acceso a Internet para clientes corporativos en México. La compañía tiene su sede en la Ciudad de México, México. Uninet, SA de CV opera como una subsidiaria de Teléfonos de México, SAB de CV (TELMEX)

CONCLUSION

El despliegue de IPv6 en México está muy lejos de ser completado, la adopción del IPv6 en el país se encuentra aproximadamente en el 11.82% iniciando su crecimiento a principios del 2017. La mayoría de las grandes empresas nacionales se encuentran en la fase preparatoria para la transición a IPv6, que utiliza varios mecanismos (por lo general un túnel) de transición. La principal motivación para la introducción del nuevo protocolo IPv6 es la gran expansión de espacio de direcciones, es decir, la posibilidad de asignar direcciones IPv6 públicas para todos los nuevos dispositivos de la red sin necesidad de utilizar NAT.

Para que el país logre adoptar totalmente el IPv6 se requiere, en primer lugar, que todos los jugadores del ecosistema de Internet estén conscientes de la necesidad de adoptar el protocolo IPv6 a la brevedad posible para disminuir los problemas que podría generar el agotamiento de direcciones IPv4.

Referencias y Recursos electrónicos:

1. 6NET (Large-Scale International IPv6 Pilot Network). (2005). *An IPv6 Deployment Guide. The 6NET Consortium*. <http://www.6net.org/book/deployment-guide.pdf>
2. Altangerel, G., Tsogbaatar, E., & Yamkhin, D. (2016). *Performance analysis on IPv6 transition technologies and transition method*. In *11th International Forum on Strategic Technology* (pp. 1-4). New York: IEEE. doi: 10.1109/IFOST.2016.7884155
3. Bagnulo, M., Matthews, P., & van Beijnum, I. (2011a). *Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers*. In *IETF (The Internet Engineering Task Force) Request for Comments 6146*. Recuperado el 15 junio de 2018 de <http://tools.ietf.org/html/rfc6146>
4. Bajpai, V., & Schonwalder, J. (2015). *IPv4 versus IPv6 - who connects faster?* In *IFIP Networking Conference* (pp. 1-9). New York: IEEE. doi: 10.1109/IFIPNetworking.2015.7145323

5. Comité de Infraestructura de la Asociación de Internet.mx.(2017) *Adopción de IPv6. 21 de Noviembre del 2018, de Asociación de Internet.mx Sitio web:* <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/noticiasx/2315-adopcion-de-ipv6>
6. Deering, S., & Hinden, R. (1998) *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. I In IETF (The Internet Engineering Task Force) Request for Comments 2460.* recuperado el 17 junio de 2018 de <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>
7. Fernández A., A. "Trece años de IPv6 en México. /libro/revista/. Caso UNAM Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de ju-nio de 2012, Vol. 13, No.6 [Consultada: 2 de junio de 2012]. Disponible en Internet: [<http://www.revista.unam.mx/vol.13/num6/art61/index.html>] ISSN: 1607-6079.
8. Frankel, S., Graveman, R., Pearce, J., & Rooks,M. (2010) *Guidelines for the Secure Deployment of IPv6. National Institute of Standards and Technology.* de <http://www.nist.gov/publications/nistpubs/800-119/sp800-119.pdf>
9. Hernandez S. J. A. (2017) *Propuesta de Implementación Del Protocolo IPv6 En La Red De Datos Del Instituto Politécnico Nacional (Tesis de maes-tría).*Instituto Politécnico Nacional, México)
10. Kravchenko, Y., Starkova, O., Herasymenko, K., & Kharchen-ko, A. (2018) *Peculiarities of the IPv6 implementation in ukraine. Paper presented at the 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2017 - Proceedings, , 2018-January 363-368. doi:10.1109/INFOCOMMST.2017.8246417* Retrieved from www.scopus.com
11. Krishnan, S., Koodli, R., Loureiro, P., Wu, Q., & Dutta, A. (2012b) *Localized Routing for Proxy Mobile IPv6. RFC 6705. doi: 10.17487/RFC6705* de <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6705>
12. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunica-ciones [MIN-TIC] (2010) *Circular 000002 del 6 de Julio de 2011 Promoción IPv6. re-cuperado el 15 junio de 2018 de* <http://184.106.30.252/E-DocumentManager/gallery/Normatividad/Circular000002del6deJuliode2011Promoci%C3%B3nIPv6.TIF>
13. Narayan, S., Gupta, R., Kumar, A., Ishrar, S., & Khan, Z. (2015) *Cyber security attacks on network with transition mecha-nisms. In International Conference on Computing and Net-work Communications pp. 1-6. New York: IEEE. doi: 10.1109/CoCoNet.2015.7411182* de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7411182/>
14. Punithavathani, D. S., & Radley, S. (2014). *Performance analysis for wireless networks: An analytical approach by multifarious sym tere do. Scientific World Journal, 2014* doi:10.1155/2014/304914 Retrieved from www.scopus.com
15. Ruiz, J. M. V., Cardenas, C. S., & Tapia, J. L. M.(2017) *Implementation and testing of IPv6 transition mechanisms. Paper presented at the 2017 IEEE 9th Latin-American Confer-ence on Communica-tions, LATINCOM 2017, , 2017-January 1-6. doi:10.1109/LATINCOM.2017.8240145* Retrieved from www.scopus.com

16. Savola, P., & Patel, C.(2004) *Security Considerations for 6to4*.(pp. 1-10) RFC 3964.doi: <https://doi.org/10.17487/RFC3964>
17. Shiranzaei, A., & Khan, R. Z. (2018) *IPv6 security issues—A systematic review* doi: 10.1007/978-981-10-6005-2_5, 15 junio de 2018, Retrieved from www.scopus.com
18. Sookun, Y., & Bassoo, V.(2016) *Performance analysis of IPv4/IPv6 transition techniques. In IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of Societies (pp. 1-3)*.New York: IEEE. doi: 10.1109/EmergiTech.2016.7737336
19. Steffann, S., Van Beijnum, V., & van Rein, R.(2013) *A Comparison of IPv6-over-IPv4 tunnel mechanisms. IETF RFC 7059*. Retrieved November 6, 2017,from <https://tools.ietf.org/html/rfc7059>
20. Vladimír Nulíček.(2018) *Problems with IPv6 Implementation.1 de Julio del 2018, de Journal on Social and Business Aspects of Informatics (pp. 7-14)*Sitio web: https://aip.vse.cz/artkey/aip-201801-0002_problemy-zavadeni-ipv6.php?l=en