



HACIENDA
SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO



ADUANAS
AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO

Agencia Nacional de Aduanas de México

**Dirección General de Tecnologías de la
Información**

**Dirección de Soporte Técnico y Soluciones
de Negocio**

Plan de Transición Local IPv6

Grupo de Trabajo IPv6

versión 2.0





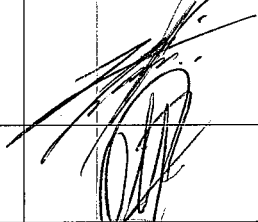
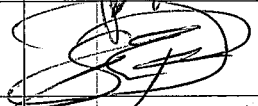

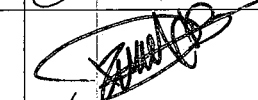



Índice.....	1
1. Aprobación	2
2. Glosario	3
3. Control de Cambios	5
4. Introducción	6
4.1. Contexto del uso de IPv4 y limitantes	6
4.2. IPv6: Ventajas y diferencias con IPv4.....	7
5. Objetivos.....	8
5.1. Objetivo General.....	8
5.2. Objetivos Específicos.....	8
6. Antecedentes.....	8
6.1. Migración hacia IPv6 por parte de la Coordinación de la Estrategia Digital Nacional	8
6.2. Contexto de la creación de la ANAM y puesta en marcha de funciones.....	9
6.3. Línea del tiempo de hitos hasta agosto 2022	9
7. Planeación	10
7.1. Cronograma de actividades propuesto por la ANAM para la transición a IPv6	10
7.2. Programa de capacitación	11
7.3. Escenarios de coexistencia entre IPv4 e IPv6	12
7.4. Técnicas de transición a implementar	12
7.5. Aplicaciones y equipos que deberán ser actualizados o sustituidos.....	13
7.6. Atención a los potenciales riesgos a la seguridad de la información.....	15
7.7. Plan de direccionamiento IPv6 independiente del prefijo	16
7.8. Proyección de la integración de sistemas y aplicaciones dentro del Plan de Transición Local a IPv6	17
7.9. Programa de costos y acciones administrativas.....	17
8. Entregables.....	18
8.1. Fase de planeación.....	18
8.2. Fase de implementación.....	18
9. Estrategia de transición a IPv6 ANAM	19
9.1. Activos tecnológicos.....	19
9.2. Condiciones iniciales para la transición a IPv6.....	19
9.3. Plan de trabajo de la ANAM para la transición a IPv6.....	21

[Handwritten signatures and initials]



1. Aprobación

Nombre(s)	Área	Correo Electrónico	Firma
Adrián Eduardo Rodríguez Cerdán	DGTI	adrian.rodriguez@anam.gob.mx	
Luis García Calderón	DGTI	luis.garciac@anam.gob.mx	
Joselito Emmanuel Lozada Guarneros	DGTI	emmanuel.lozada@anam.gob.mx	
Ricardo Tapia Cuautle	DGTI	ricardo.tapia@anam.gob.mx	
Daniel Eduardo Sánchez	DGTI	daniel.sanchez@anam.gob.mx	
Oscar Alfonso Valenzuela Muñoz	DGTI	oscar.valenzuela@anam.gob.mx	
David Trujano Espinoza	DGTI	david.trujano@anam.gob.mx	

2. Glosario

Término	Descripción
IPv6	Protocolo de comunicación de internet, versión 6
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force)
IoT	Internet of things o en español Internet de las cosas
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
CEDN	Coordinación de la Estrategia Digital Nacional
UAF	Unidad de Administración y Finanzas
OCF	Del Órgano de Control y Fiscalización
IP Next Generation	Protocolo de Internet de Siguiete Generación o <i>IPng</i>
UTIC	Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones
IAR	Administración de Recursos de Numeración de Internet
ASN	Número de sistema autónomo
Subnetting	Subneteo o Subnetting es dividir una red IP física
Dual-stack	Tecnología que permite que los proveedores de servicios de Internet se muevan a una red IPv6 e IPv4
Tunelización	Protocolo de túnel es un método para transportar un paquete IPv6 en una red IPv4
NAT	Network Address Translation (Traducción de Direcciones de Red)
Happy Eyeballs	algoritmo publicado por el IETF (Internet Engineering Task Force) que le brinda a las aplicaciones "dual-stack" de IPv4 e IPv6 una mayor capacidad de respuesta a sus usuarios
IPSec	Marco normalizado para asegurar las comunicaciones de IP mediante el cifrado


HTTP/S	(HyperText Transfer Protocol Secure, protocolo seguro de transferencia de hipertexto)
TCP	Protocolo de control de transmisión
DNS	Sistemas de Nombres de Dominio
CEDN	Coordinación de Estrategia Digital Nacional
UDP o SIP	Es el que suele realizar la configuración y la anulación de llamadas
GTIPv6	Grupo de Trabajo para IPv6

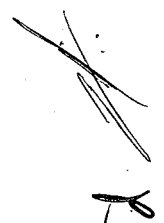
[Handwritten signatures and initials]



3. Control de Cambios

FECHA	VERSION DEL DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
01/09/2022	1.0	Versión preliminar del documento. Se invita al Grupo de Trabajo a agregar comentarios y secciones al documento.
20/10/2022	2.0	Se agrega la sección "Estrategia de transición a IPv6 ANAM", que describe los pasos a seguir de manera ordenada para completar la transición en los plazos que genero la CEDN.

X








4. Introducción

El Protocolo de Internet versión 6, comúnmente conocido como IPv6 del inglés Internet Protocol Version 6, es la última versión del Protocolo de Internet (IP) y fue creada con el propósito de reemplazar a IPv4, que es la versión anterior. Una de las principales razones que motivaron el diseño de un nuevo protocolo ha sido el gran despliegue de las redes en los últimos años y el incremento del número de usuarios en el mundo que hacen uso del Internet, lo que ha llevado a un aumento sumamente significativo de la cantidad de dispositivos electrónicos que se encuentran conectados a dicha red.

4.1. Contexto del uso de IPv4 y limitantes

El problema con el protocolo IPv4 es que fue diseñado con fines de investigación experimental y para uso en redes gubernamentales, nunca se consideró la gran demanda que este tendría en años posteriores, por lo que en la actualidad el número de direcciones IP es insuficiente para cubrir el número de dispositivos que están conectados, lo que ha incurrido en el agotamiento de las direcciones de IPv4 puesto que casi todas han sido asignadas a nivel mundial.

Las direcciones de IPv4 constan de 32 bits divididos en cuatro octetos (números de 8 bits) con una notación decimal y separados por un punto. A continuación, se muestran algunos ejemplos de direcciones IPv4: 192.168.1.2 y 173.194.54.18

Debido a que un bit puede tomar solo dos valores: 0 o 1, existen 2 elevado a la 8va potencia (256) posibles valores en notación decimal para cada uno de los octetos. Como la cuenta se inicia desde el 0, cada octeto puede tomar un valor del 0 al 255. Así, el número total de direcciones posibles en IPv4 es de 2 elevado a la 32va potencia, es decir: 4,294,967,296 direcciones.

A pesar de que sea un número muy grande de direcciones, aproximadamente 4.3 mil millones de direcciones, estas son insuficientes para las más de 7 mil millones de personas que hay en el mundo. Es por esta razón que el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force o IETF, por sus siglas en inglés) creó una serie de especificaciones en las que se define el Protocolo de Internet de Siguinte Generación (IP Next Generation, IPng), que hoy es conocido como IPv6, el cual fue diseñado pensando en los requerimientos del Internet mundial.

4.2. IPv6: Ventajas y diferencias con IPv4

Para combatir el problema de la deficiencia de direcciones de IPv4, en IPv6 las direcciones empleadas constan de 128 bits, lo que quiere decir que con este nuevo protocolo se tienen hasta 2 elevado a la 128 potencia, es decir: 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 direcciones.

Dicho de una forma más simplificada se tienen más de 340 sextillones de direcciones IP, lo que permite que se puedan conectar a Internet un inmenso número de dispositivos, asegurando en el futuro el continuo e indefinido crecimiento de las redes, permitiendo el acceso a los usuarios a nuevos servicios y aplicaciones como los que se tendrán con el llamado Internet de las cosas o IoT (del inglés Internet Of Things), por ejemplo.

Las direcciones de IPv6 están compuestas por ocho secciones de 16 bits cada una, separadas por dos puntos (:). De este modo, por cada sección se tienen 2 elevado a la 6va potencia (65,536) distintas posibilidades, y de nueva cuenta los valores irían del 0 al 65,535. Por lo anterior, si se utilizara una notación decimal, las direcciones IP serían sumamente largas, es por esto que para reducir su tamaño y sea más sencillo su manejo, se utiliza la notación hexadecimal (en esta notación se tienen 16 caracteres: 0-9 y A-F, en donde cada carácter representa 4 bits). Un ejemplo de una dirección IPv6 es la siguiente: 6342: E9F0 : 3523 : 2 : FA78 : 300 : DEF0 : 4389

El despliegue y adopción de IPv6 en el mundo, aunado al cada vez mayor desarrollo de dispositivos electrónicos y equipos de red compatibles con este protocolo, es muy importante ya que con ello se garantiza la expansión del Internet para las generaciones futuras. Además, el uso exclusivo de IPv6 facilita la gestión de las redes, disminuyendo su costo y operación.



Figura 1. Comparación entre cantidad de IP's de IPv6 contra IPv4

Referencia:

Instituto Federal de Telecomunicaciones, IFT (23 de diciembre de 2020). Micrositio IPv6. Lugar de publicación: <https://ipv6.ift.org.mx/>

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Desarrollar un plan para efectuar una transición gradual y planificada a IPv6 en la Agencia Nacional de Aduanas de México, procurando un mínimo de interrupción en los servicios y actividades que presta la ANAM a través de la implementación del Plan de Trabajo Local de IPv6

5.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar el inventario de sistemas y aplicaciones para conocer el alcance del trabajo en la transición a IPv6 mediante la determinación de los activos propios de la ANAM
- Determinar los costos asociados a la Transición de la ANAM hacia IPv6 a través de la volumetría estimada de los activos tecnológicos
- Estimar las fechas para la Transición de la ANAM hacia IPv6 a través de la construcción del Plan de Trabajo

6. Antecedentes

6.1. Migración hacia IPv6 por parte de la Coordinación de la Estrategia Digital Nacional

El pasado 06 de septiembre de 2021, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se emiten las políticas y disposiciones para impulsar el uso y aprovechamiento de la informática, el gobierno digital, las tecnologías de la información y comunicación, y la seguridad de la información en la Administración Pública Federal, el cual establece en su ARTÍCULO DÉCIMO transitorio que la Coordinación de la Estrategia Digital Nacional (CEDN) emitirá la Guía para la migración al Protocolo de Internet versión 6; dentro de los tres meses posteriores a la publicación de este Acuerdo, a partir de esa fecha, las Instituciones contarán con un plazo de 2 años para concretar la migración de sus servicios de telecomunicaciones.

Con fecha 7 de diciembre de 2021, la Coordinación de la Estrategia Digital Nacional emite la "Guía para la Transición al Protocolo de internet versión 6 (IPv6) en la Administración Pública Federal", en la cual se establecen las disposiciones de carácter general para orientar a las Instituciones Federales, en las acciones técnicas a desarrollar, con la finalidad de que la transición al Protocolo de Internet

versión 6 se lleve a cabo de forma expedita y coordinada, con un mínimo de interrupciones y trastornos de carácter técnico u operativo, y en observancia de los controles mínimos de Seguridad de la Información, y su cumplimiento es de carácter general y obligatorio para todas las instituciones de la Administración Pública Federal.

6.2. Contexto de la creación de la ANAM y puesta en marcha de funciones

El pasado 14 de julio de 2021, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el DECRETO por el que se crea la Agencia Nacional de Aduanas de México como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Posteriormente, el 21 de diciembre de 2021 se expide el DECRETO del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Aduanas de México, donde en Título Tercero, Capítulo III, Transitorio Primero menciona que las actividades presentadas en dicho DECRETO entrarán en vigor el 1º de enero de 2022.

Es importante señalar que antes que la ANAM entrara en funciones, ya había sido decretado la implementación de la transición de IPv6 en todas las Administraciones Públicas Federales del país, por lo que desde un inicio la ANAM tenía un retraso de obligaciones con respecto a la transición hacia IPv6.

6.3. Línea del tiempo de hitos hasta agosto 2022

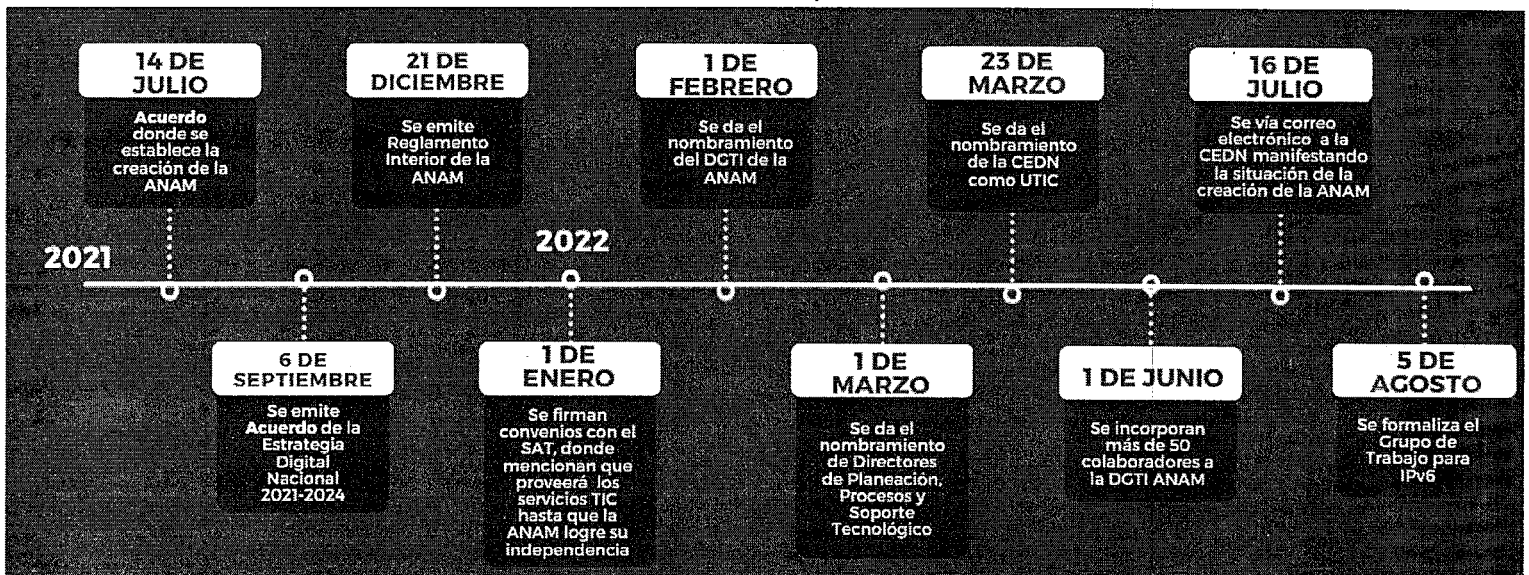


Figura 2. Desarrollo de hitos importantes hasta la creación del Grupo de Trabajo para IPv6

7. Planeación

7.1. Cronograma de actividades propuesto por la ANAM para la transición a IPv6

No.	Actividad	Fecha de entrega limite oficial	Fecha de entrega tentativa ANAM	Involucrados	Predecesora
1	Creación de Grupo de Trabajo para IPv6	16 de abril 2022	5 de agosto 2022	<p>Persona titular de la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Servidores públicos de las áreas (con nivel mínimo de director) de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura y redes • Aplicaciones y servicios • Seguridad de la información <p>Además de áreas administrativas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Unidad de Administración y Finanzas (UAF) • Del Órgano de Control y Fiscalización (OCF) 	
2	Informar al Comité de Supervisión para IPv6	16 de abril 2022	15 de agosto 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Persona titular de la Unidad de Tecnologías de la Información • Publicar en sitio web 	1
3	Plan de Transición Local a IPv6	16 de abril 2022	16 de octubre 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo • Publicar en sitio web • Notificar al Comité de supervisión IPv6 	1
4	Reunión periódica de Grupo de Trabajo quincenal para definir acciones, plazos y responsables	Desde el 8 de febrero	A partir del 30 de agosto	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo • UTIC, UAF y OCF 	1,3
5	Solicitud al IAR de bloque de direcciones y el ASN	30 de junio de 2022	28 de octubre de 2022	<ul style="list-style-type: none"> • Persona titular de la Unidad de Tecnologías de la Información • Notificar al Comité de supervisión IPv6 	3,4
6	Piloto de transición operacional en solo IPv6	31 de diciembre de 2022	28 de abril de 2023	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo • Entrega de memoria técnica al Comité de supervisión IPv6 	4,5
7	Implementación de 20% de los activos en ambiente IPv6	31 de diciembre de 2023	31 de diciembre de 2023	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo 	5,6
8	Transición de todos los sistemas que brinden servicios a la ciudadanía	31 de diciembre de 2023	31 de diciembre de 2023**	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo • Entrega de informe técnico al Comité de supervisión IPv6 	7
9	Implementación de 50% de los activos en ambiente IPv6	31 de diciembre de 2024	31 de diciembre de 2024	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo 	6,7
10	Implementación de 80% de los activos en ambiente IPv6	31 de diciembre de 2025	31 de diciembre de 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de trabajo 	7,8

** En esta fecha la ANAM se pondría al día con las actividades decretadas por la CEDN con respecto a la implementación de IPv6.



7.2. Programa de capacitación

La transición hacia el uso del protocolo IPv6 es un tema de carácter técnico y para la gran parte de los usuarios de la ANAM el proceso será transparente y sin interrupción de sus actividades. No obstante, el Grupo del Trabajo para IPv6 de la ANAM reconoce la necesidad de crear recursos de información general dirigidos a usuarios con diferentes niveles de conocimiento técnico.

Campaña de Información para la comunidad ANAM

Con el objetivo de consolidar la información disponible hacia los usuarios en general, el Grupo del Trabajo para IPv6 de la ANAM y la Dirección General de Tecnologías de la Información, publicarán el sitio de intranet <https://intra.anam.gob.mx/>. En este sitio se hospedarán los contenidos, datos relacionados a la implementación del protocolo IPv6 en la ANAM en el sitio designado por la misma. La información relativa a este sitio y a la transición en general será dada a conocer a la comunidad de la ANAM a través de una campaña de información basada en correos electrónicos informativos.

Capacitación del personal técnico de la Dirección General de Tecnologías de la Información

El Grupo del Trabajo para IPv6 también reconoce la necesidad de generar un conocimiento básico y homogéneo, en la plantilla de técnicos adscritos a la DGTI, acerca de los cambios que representa en la operación de los servicios ofrecidos, el uso del protocolo IPv6. El proveedor contratado para dar el servicio de infraestructura será el encargado de preparar los contenidos correspondientes e impartir los cursos de capacitación al personal de la ANAM. Los contenidos a desarrollarse tendrán por objetivo atender las necesidades de operación de IPv6 de la red de internet de la ANAM y de las aplicaciones que hacen uso de ella. Por lo anterior, el carácter de dichos contenidos tendrá un nivel básico de entendimiento de temas como agotamiento del direccionamiento IPv4, IPv6 como solución a largo plazo, estructura de una dirección IPv6, subnetting básico para IPv6 y, además, aspectos específicos de la implementación del protocolo en la red de internet de la ANAM.

Estos aspectos específicos de la implementación del protocolo IPv6 en la ANAM estarán orientados principalmente a la utilización del servicio de DNS y DHCPv6, a la actualización de los procesos internos que se requieren para la operación de la Adunas y a la Seguridad de la Información.



7.3. Escenarios de coexistencia entre IPv4 e IPv6

Debido a la naturaleza de las operaciones que lleva a cabo la ANAM, es fundamental asegurar el correcto funcionamiento de toda la Agencia desde el punto de vista operativo y tecnológico. Es por ello que durante en la transición hacia IPv6, debemos asegurar la operación de todas las Aduanas del país implementando una coexistencia tanto de los protocolos de IPv4 como de IPv6 hasta estimar cuantos de los aplicativos y equipos no serán capaces de utilizar IPv6-only. Las técnicas que se es posible utilizar en la implementación son las siguientes:

- Dual-stack: la técnica dual-stack permite que IPv4 e IPv6 coexistan en el mismo segmento de red, los dispositivos dual-stack ejecutan pilas de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea.
- Tunelización: el protocolo de túnel es un método para transportar un paquete IPv6 en una red IPv4, el paquete IPv6 se encapsula dentro de un paquete IPv4, de manera similar a lo que sucede con otros tipos de datos.
- Traducción: la traducción de direcciones de red 64 (NAT64) permite que los dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquen con los dispositivos habilitados para IPv4 mediante una técnica de traducción similar a NAT para IPv4, un paquete IPv6 se traduce a un paquete IPv4 y viceversa.

7.4. Técnicas de transición a implementar

La técnica de uso que se utilizará dentro de la ANAM será mayoritariamente dual-stack. Esto debido a que es el método propuesto originalmente que proporciona una transición suave hacia IPv6. En este caso se necesita contar con suficiente cantidad de direcciones IPv4 para poder desplegar las dos versiones del protocolo en simultáneo en toda la red.

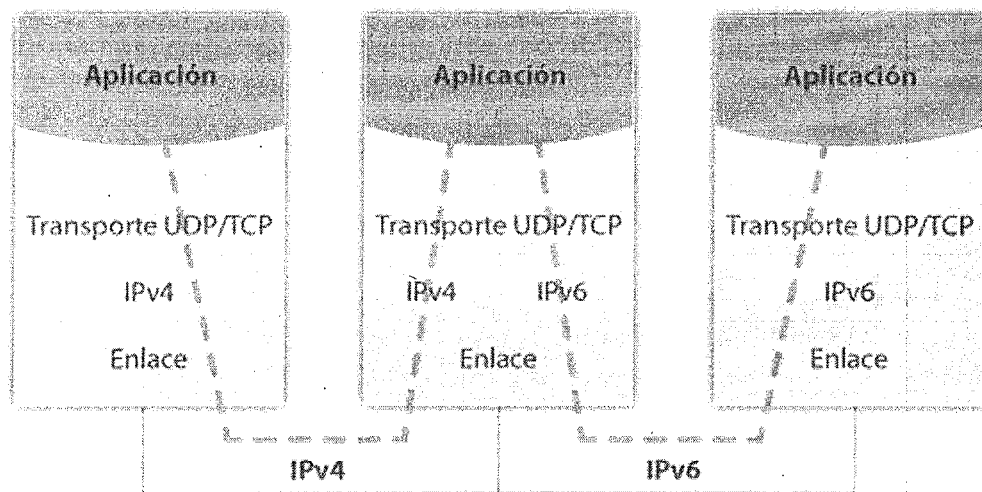


Figura 3. Esquema de comunicación entre aplicaciones con dual-stack

De esta forma, cuando se establece una conexión hacia un destino sólo IPv4, se utilizará la conectividad IPv4 y si es hacia una dirección IPv6, se utilizará la red IPv6. En caso de que el destino tenga ambos protocolos, normalmente se preferirá intentar conectar primero por IPv6 y en segunda instancia por IPv4, debido a la implementación del algoritmo “Happy Eyeballs” en los equipos de red y enrutamiento.

Sin embargo, es posible que se apoye de las técnicas restantes para la conexión con los sistemas externos a la ANAM que estén en IPv4, así como con aquellas aplicaciones que no sea posible migrar a IPv6.

Referencia:

Registro de Direcciones de Internet de América Latina y Caribe, LACNIC (25 de agosto de 2022). Dual stack o pila doble. Lugar de publicación: <https://www.lacnic.net/3091/1/lacnic/dual-stack-o-pila-doble>

7.5. Aplicaciones y equipos que deberán ser actualizados o sustituidos

Es necesario elaborar y validar el inventario de activos, así como su operación. Se requiere tener preparado el inventario de hardware y software, identificando con claridad cuáles elementos soportan IPv6, cuales requieren actualizarse y cuales no es posible mudarlos al nuevo protocolo, evaluando si es necesario utilizar alguna de las técnicas descritas previamente para la comunicación entre equipos con IPv4 e IPv6. Para esta actividad se confirmará con los proveedores si cada elemento del inventario de activos cumpliría con soporte a la migración a IPv6.

[Firma]



Dentro de los equipos de cómputo utilizados actualmente en la ANAM, existe un porcentaje amplio que será actualizado para finales del año 2022, ya que, en busca de obtener independencia tecnológica, la ANAM realizará un contrato de administración de puestos de servicio, el cual no solo cumplirá con las especificaciones de implementación de IPv6 para todos los equipos de cómputo administrativos, sino que su manejo y administración informática estarán en la nube (que también soporta el protocolo IPv6). Esto representa una ventaja en la implementación del IPv6 para la Agencia, ya que, desde el inicio de operaciones como entidad independiente, los sistemas de la ANAM futuros y que no sean legados de cualquier otra dependencia, estarán desarrollados en concordancia con el funcionamiento del protocolo IPv6.

Por otra parte, se requiere trabajar en el proceso de transición a IPv6 para las aplicaciones; en coordinación con los proveedores de las mismas a fin de revisar el cumplimiento de que las aplicaciones se ejecuten bajo el protocolo de IPv6 tanto en modalidad de dual-stack como IPv6-only; para esta labor, es indispensable contar con el acompañamiento de Terceros (si es desarrollo externo) que sean los responsables de las aplicaciones, revisar los contratos de soporte y mantenimiento con ellos, además de realizar la evaluación final sobre que aplicaciones pueden actualizarse directamente con IPv6 y cuáles requieren cambios para cumplir con el funcionamiento de los aplicativos sobre el nuevo protocolo.

A su vez, es necesario llevar a cabo la actualización de las versiones de software que requieran aplicarse para los elementos activos de la red, aplicativos, sistemas operativos y demás que se ajusten a los requerimientos funcionales para la implementación IPv6.

Desde el punto de vista de la seguridad de la información, se debe implementar un esquema de seguridad que se acople al nuevo protocolo de red. Así como generar las políticas de enrutamiento entre los segmentos de red y la autorización del firewall. Por otra parte, validar la compatibilidad de los esquemas de seguridad implementados en IPv4 como con la nueva configuración de red en la configuración dual-stack o cualquier otra. En el caso de que no sean compatibles, se debe implementar un esquema de seguridad que se acople al nuevo protocolo de red, así como las políticas de enrutamiento entre los segmentos de red y la autorización del firewall a utilizar.

Los siguientes son los servicios generales que se deben revisar y configurar con el nuevo protocolo IPv6:

- DNS
- DHCP/DHCPv6
- Directorio Activo
- Correo electrónico
- Mensajería Instantánea
- Video Conferencia
- Servicio de respaldo
- Servicio telefónico
- Servicio WiFi
- Servicio de repositorio compartido de archivos
- Servicios en la nube
- Servicio Web y Acceso a Internet
- Herramientas corporativas

** La lista antes expuesta es enunciativa más no limitativa, es decir, podría haber más servicios a configurar bajo IPv6

7.6. Atención a los potenciales riesgos a la seguridad de la información

La implementación de IPv6 puede generar riesgos de seguridad de información, que impactan en los servicios de la ANAM y pueden acarrear problemas; con el objeto de poder detectar estos riesgos, se requiere hacer un análisis detallado que permita encontrar posibles vulnerabilidades y en efecto bajo IPv6, es necesario hacer esta labor debido a que el protocolo se apoya en otros protocolos como IPSec, HTTP/S, TCP, UDP o SIP.

En el proceso de transición hacia el nuevo protocolo, es importante revisar la seguridad de información de las infraestructuras de TI, la seguridad informática de IPv6 y el nivel de impacto de servicios como el Directorio Activo, Sistemas de Nombres de Dominio DNS, Correo Electrónico, Servicio de Protocolo de Configuración Dinámica de Host DHCP (Definido en el RFC8415 para DHCPv6), Sistemas Proxy, Servicios de aplicaciones, Sistemas de almacenamiento, Servicios Web y Sistemas de Gestión y Monitoreo.

El proceso de transición a IPv6 deberá privilegiar la protección de la información en sus tres principales propiedades: confidencialidad, integridad y disponibilidad, y para ello, se implementará un proceso de gestión de riesgos de seguridad de la información que incluya un proceso de comunicación que involucre no solo a las áreas técnicas responsables de la transición (Grupo de trabajo para IPv6), sino también a los usuarios de los diversos sistemas informáticos de la institución, quienes retroalimentarán al grupo y facilitarán el monitoreo del éxito en la transición.



Como parte del proceso de gestión, se realizará una evaluación para identificar los riesgos potenciales derivados del proceso de transición que permita determinar cuáles son los activos de información críticos, cuál es su nivel de riesgo, cuáles son las escalas de aceptación de dichos riesgos y cuál es la infraestructura de TIC asociada (incluyendo software, hardware y capital humano).

Se seguirán los estándares RFC 7721 y draft-ietf-opsec-v6, que establecen consideraciones de seguridad y privacidad para IPv6, y que servirán como guía de operación para la gestión de la seguridad de la información.

7.7. Plan de direccionamiento IPv6 independiente del prefijo

Es necesario comunicar al ISP y al IAR México la migración de los servicios, con el fin de definir las estrategias para el enrutamiento nativo de IPv6 así como la solicitud del bloque direcciones IPv6 y ASN respectivamente. Como parte de las actividades necesarias para llevar a cabo la Transición a IPv6, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

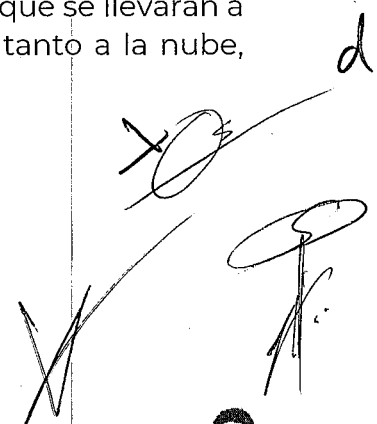
- Solicitar a más tardar el mes de octubre de 2022 al IAR México el bloque de direcciones IPv6 y el ASN requeridos.
- Remitir al Comité de Supervisión para IPv6 de la CEDN un informe señalando las direcciones y ASN asignados.

Solicitud de Direcciones IP

El Grupo de Trabajo para IPv6, solicitará la petición de IPs y ASN de la ANAM, por lo que el trabajo derivado será resuelto por el GTIPv6.

Plan de direccionamiento

El Grupo de Trabajo para IPv6, deberá construir un plan de direccionamiento de IPs, que permita el óptimo trabajo de los dispositivos conectados por IPv6 y a su vez permita la ejecución de todos los sistemas, tal como ha estado funcionando la ANAM hasta ahora, tomando en cuenta los cambios posibles que se llevarán a cabo una vez que se adquiera equipo nuevo y se mude todo tanto a la nube, como a IPv6.



7.8. Proyección de la integración de sistemas y aplicaciones dentro del Plan de Transición Local a IPv6

La función de crecimiento en la integración de los sistemas y aplicaciones al protocolo IPv6 depende de los factores que a continuación se enuncian:

- Volumetría del equipo recién adquirido
- Volumetría de equipo con necesidad de actualizarse
- Volumetría de equipo con soporte dual-stack
- Equipo físico de redes con soporte a IPv6
- Volumetría de aplicaciones con necesidad de mudarse a IPv6
- Riesgo asociado al cambio de equipo/aplicación a IPv6
- Costo asociado al cambio de todos los componentes

Al no tener datos previos de dichas métricas, es necesario estimarlo a partir de la realización del Piloto de Transición a IPv6, que permita realizar dicha proyección.

7.9. Programa de costos y acciones administrativas

Para poder establecer un programa de costos es fundamental haber establecido el inventario total de sistemas y aplicaciones, lo que nos permitiría realizar un análisis adecuado para conocer la estimación más cercana al monto total de gasto. Es por ello por lo que se considera especialmente relevante llevar a cabo la “Proyección de la integración de sistemas y aplicaciones dentro del Plan de Transición Local a IPv6” mencionado en la sección 5.8 de este documento.

Por otra parte, también es necesario adquirir el segmento de direcciones IPs y ASN necesarias para uso de la ANAM, lo cual se tendrá una vez se complete la sección 5.8.

Se anexa liga de consulta del IAR de México, donde establecen un tabulador de costos para la contratación de segmentos de red para el protocolo IPv6, así como el ASN.

Liga: https://www.iar.mx/jsf/static_content/services/resources_request/payments/paymentsHowMuch.jsf

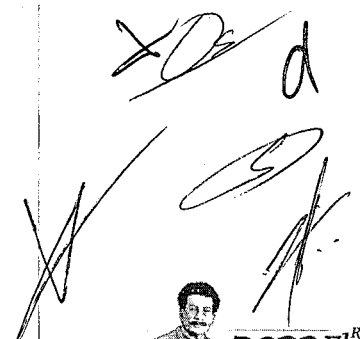
8. Entregables

8.1. Fase de planeación

- Plan de trabajo
- Informe de inventarios de equipos y sistemas
 - Informe de compatibilidad dual stack, IPv6-only por equipo
 - Elementos sin soporte para IPv6 (para sustitución)
 - Aplicaciones para mudarse a IPv6
 - Aplicaciones sin soporte IPv6 (casos especiales de coexistencia IPv4)
 - Equipo nuevo necesario para soporte de computadoras con IPv6
- Plan de direccionamiento y topología de red
- Plan de contingencia para aplicaciones sin capacidad de mudarse a IPv6 y su coexistencia con IPv4
- Plan de capacitaciones para el personal técnico de la ANAM en IPv6

8.2. Fase de implementación

- Piloto de transición a un ambiente operacional de solo IPv6 durante el primer semestre de 2023 (remitir la memoria técnica de los resultados de esta migración al Comité de Supervisión para IPv6)
- Operación del Plan de Transición Local a IPv6 durante el primer semestre de 2023:
 - a) 20% de los activos en las redes deberán operar en un ambiente IPv6 para finales de 2023.
 - b) 50% de los activos en las redes deberán operar en un ambiente IPv6 para finales de 2024.
 - c) 80% de los activos en las redes deberán operar en un ambiente IPv6 para finales de 2025.
- Las Instituciones deberán completar la transición de todos los sistemas que brindan servicios a la ciudadanía, para soportar de forma nativa IPv6 a más tardar en el segundo semestre de 2023. Estos sistemas incluyen servidores web, correo electrónico, y DNS, entre otros.



9. Estrategia de transición a IPv6 ANAM

Debido a la complejidad en sistemas, recintos y operaciones que tiene la Agencia Nacional de Adunas de México, surge la necesidad de crear una estrategia que permita mantener las operaciones siempre funcionando, mientras se lleva a cabo el cumplimiento de la implementación de una red que opere en IPv6. Para llevar a cabo la implementación de IPv6, es necesario crear un plan de trabajo que, acorde a el funcionamiento actual de la ANAM, cumpla cabalmente con todas las regulaciones y estrategias planteadas por la CEDN.

9.1. Activos tecnológicos

Para formar una estrategia efectiva, es necesario establecer dos categorías de activos tecnológicos principalmente:

1. Los dispositivos que se conectan a la red (la forma en cómo se comunican entre ellos y a internet)
2. Los aplicativos de la ANAM que permiten la operación (específicamente su funcionamiento en red y la dependencia de comunicación a terceros)

Por otra parte, también es necesario establecer la proyección a futuro de los proyectos que vayan a sustituir a la tecnología actual a mediano plazo, ya que debemos priorizar el mudar la tecnología y establecer el trabajo necesario a toda aquella infraestructura y sistema que tenga una vida útil de operación más a allá de 3 años, plazo que establece la CEDN para mudar hasta el 80% de toda la infraestructura interna de la ANAM, antes de ese tiempo sería una pérdida de recursos para la ANAM mudar activos tecnológicos obsoletos.

9.2. Condiciones iniciales para la transición a IPv6

En general, el hardware que utiliza la ANAM y se conecta a la red se puede resumir en los siguientes dispositivos:

- Computadoras
- Servidores
- Teléfonos
- Impresoras
- Cámaras de video
- Centros de datos
- Dispositivos de red (routers, puntos de acceso, switches, etcétera.)
- Dispositivos de internet de las cosas
- Hardware especializado

Tomando en cuenta que cada dispositivo tiene una funcionalidad especializada dentro de la operación de la ANAM, es necesario establecer la integración y prueba por cada tipo de dispositivo, así como su validación continua y operación en la red tanto en IPv6 como en IPv4

Por otra parte, llevar a cabo la implementación y posteriormente la mudanza de todos los dispositivos a IPv6, es necesario tener las siguientes acciones disponibles y actualizadas al inicio de la transición:

- Capacitación técnica del equipo técnico de la ANAM
- Inventario y auditoría de funcionalidad en IPv6 de la infraestructura actual de la ANAM
 - Del Hardware asociado a la transición.
 - De las interrelaciones y operaciones que realizan los sistemas y aplicaciones de la institución.
 - Contexto de la operación: de los sistemas, aplicaciones y todas las acciones esperadas que deberán operar en IPv6, para mantener la operación de la ANAM por sobre las actividades relacionadas con la transición.
- El direccionamiento y topología de red construida en IPv6 para toda la ANAM
- Caducidad de las aplicaciones y futuros proyectos en la ANAM, para determinar los recursos que serán migrados, o bien recrearlos

Una vez teniendo los elementos básicos para realizar la transición a IPv6, se estaría en condiciones de comenzar el proceso de implementación. A continuación, se presenta el plan de trabajo con las actividades generales y la fecha estimada para llevarlas a cabo.

9.3. Plan de trabajo de la ANAM para la transición a IPv6

La transición se llevará a cabo en 5 etapas, cada una de ellas tiene la intención de cumplir con un objetivo y condición especial, que a continuación se describirán a detalle, con respecto a lo ya descrito previamente en este documento.

Es importante mencionar que el avance en la implementación de IPv6 está estrechamente relacionado al tamaño de operaciones de cada uno de los recintos aduaneros donde se esté llevando la transición a IPv6, por lo que el avance será asimétrico en los distintos puntos estratégicos aduaneros, que asegure la operación de la ANAM por encima de cualquier requerimiento tecnológico.

- **Etapa 1: Requerimientos especiales**

En esta etapa es necesario cumplir todas las condiciones iniciales descritas en la sección 7.1 y 7.2 de este documento.

El cronograma de actividades sería el siguiente:

No.	Actividad	Fecha de inicio de actividades	Fecha estimada de finalización	Predecesora
1	Capacitación técnica del equipo técnico de la ANAM	16 de octubre de 2022	31 de diciembre de 2022	-
2	Inventario y auditoria de funcionalidad en IPv6 de la infraestructura actual de la ANAM	16 de octubre de 2022	31 de diciembre de 2023	-
3	El direccionamiento y topología de red construida en IPv6 para toda la ANAM	16 de octubre de 2022	28 de octubre de 2022	1, 2
4	Caducidad de las aplicaciones y futuros proyectos en la ANAM, para determinar los recursos que serán migrados, o bien recreados	16 de octubre de 2022	31 de diciembre de 2022	1, 2, 3

Cumplir estas actividades permitirá planificar adecuadamente a la ANAM la consecución en la transición a IPv6.

Etapa 2: Despliegue de red IPv6

Una vez cumpliendo la Etapa 1, se está en condiciones de iniciar las actividades técnicas formales en la transición a IPv6.

La primera actividad para realizar en el proceso de transición es tener en cada uno de los distintos puntos tácticos aduaneros una red funcionando de IPv6, con la finalidad de tener la forma de conectar y probar los dispositivos en dicha red.

La configuración de la red ANAM, deberá tener un componente tipo dual-stack (sección 5.3) para poder seguir interoperando con los sistemas que actualmente funcionan en el punto táctico aduanero en transición.

Es importante mencionar que la instalación de la red depende ampliamente de los contratos vigentes de internet que tenga la ANAM, la asignación de las IP's y ASN del IAR y el presupuesto asignado al proyecto, por lo que las fechas de entrega pueden variar un poco, ya que se depende de otros organismos de su cumplimiento.

[Handwritten signatures and marks]



El cronograma de actividades sería el siguiente:

No.	Actividad	Fecha de inicio de actividades	Fecha estimada de finalización	Predecesora
1	Selección del orden de despliegue de la red ANAM IPv6 en los puntos tácticos aduaneros	1 de enero de 2023	28 de abril 2023	-
2	Finalización de Piloto de pruebas de IPv6	16 de octubre de 2022	28 de abril 2023	-
3	Despliegue de red ANAM IPv6	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2024	1, 2
4	Mudanza de los principales servicios a la ciudadanía a IPv6	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2023	3

Como es posible observar, consideramos dentro de esta fase mudar los servicios de IPv6 a la par de la red ANAM IPv6, para cumplir lo dispuesto por la CEDN.

Etapas 3: Implementación de técnicas de coexistencia IPv4-IPv6

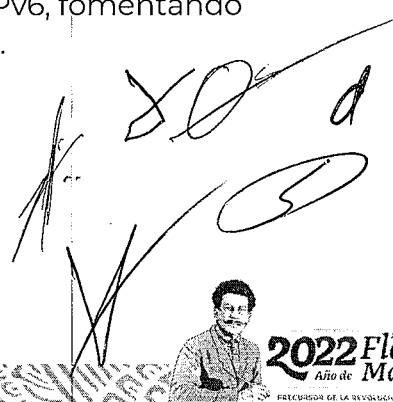
Teniendo la red configurada en todos los puntos tácticos aduaneros, el siguiente objetivo es la implementación de técnicas de coexistencia de IPv4 e IPv6 dentro de la red ANAM IPv6.

Para ello se tendrán dos principales vertientes para operar dentro de la red:

1. Los equipos y servicios que vivirán nativamente con el protocolo IPv6
2. Los equipos y servicios que no es posible mudarlos a IPv6 por obsolescencia o bien pertenecer a un tercero.

Para cada caso se utilizará una técnica diferente, por lo que se llevarán a cabo en diferentes subetapas de la etapa 3.

Por otra parte, se hará el despliegue y uso del DNS en IPv6, así como de un sistema tipo IPAM, ya que resulta fundamental ambos para la correcta administración y direccionamiento dentro de cualquier red de IPv6, fomentando las buenas prácticas dentro del despliegue de la red ANAM IPv6.



El cronograma de actividades sería el siguiente:

No.	Actividad	Fecha de inicio de actividades	Fecha estimada de finalización	Predecesora
1	Configuración dual-stack a equipos nativos en IPv6 en la red ANAM IPv6	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2024	-
2	Selección del orden de despliegue de la red ANAM IPv6 en los puntos tácticos aduaneros	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2023	1
3	Despliegue de sistema IPAM ANAM	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2023	1, 2
4	Implementación de técnicas de Tunelización y Traducción en equipos sin soporte a IPv6	1 de enero 2024	31 de diciembre de 2024	1, 2, 3

Etapas 4: Cambio de red de los dispositivos que se conectan a la red IPv6

Una vez que se ha desplegado la red ANAM IPv6 y las técnicas de Tunelización y Traducción, así como la configuración de cada uno de los equipos de computo de los usuarios, el siguiente paso radica en apagar la red IPv4 de la ANAM, para pasar a un servicio IPv6 solamente.

Para lograrlo, es necesario que toda la infraestructura tecnológica de equipos esté funcionando adecuadamente, tanto con la red como con las técnicas de transición (dual-stack).

El cronograma de actividades sería el siguiente:

No.	Actividad	Fecha de inicio de actividades	Fecha estimada de finalización	Predecesora
1	Configuración de equipos en IPv6 en la red ANAM IPv6	28 de abril 2023	31 de diciembre de 2025	-
2	Selección del orden de apagado de la red ANAM IPv4 en los puntos tácticos aduaneros	1 de enero 2024	31 de diciembre de 2024	1
3	Apagado de la red ANAM IPv4	1 de enero 2024	31 de diciembre de 2025	

Etapa 5: Cambio de red de las aplicaciones de operación de la ANAM

Por último, pero no menos relevante se tendrá la mudanza de servicios y servidores de la red IPv4 a IPv6.

Esto debido a que dichos activos tecnológicos cuentan con la responsabilidad de mantener la operación de la ANAM en funcionamiento, por lo que no se puede hacer la mudanza hasta que todos los puntos tácticos aduaneros estén debidamente funcionando en IPv6. De otra forma se pondría en peligro la operación de la ANAM en todo el país.

Para ello se tendrán dos principales vertientes para mudar la operación dentro de la red ANAM IPv6:

1. Determinar que equipos y servicios resulta fundamental su mudanza por la vigencia de los servicios o importancia en la operación
2. Determinar que equipos y servicios no podrán ser mudados a IPv6 y se quedarán operando con una técnica de transición

Para ambos tópicos, es importante mencionar que se debe analizar a profundidad cada uno de los sistemas, su diagrama de operación, usuarios que lo operan e importancia dentro de la operación en la ANAM, por lo que se evaluarán todos los riesgos en la mudanza, obteniendo las siguientes conclusiones:

1. El equipo/servicio no se muda y se queda operando donde está y con el soporte al software del desarrollador (Se comunicaría entonces por la red ANAM IPv6 mediante una técnica de transición)
2. El software se muda a una infraestructura de IPv6 dentro de la red ANAM.
3. El software se necesita, pero no es posible migrarlo:
 - a. Se decide reconstruirlo desde 0 en un ambiente de IPv6
 - b. Se le adapta una técnica de transición para que siga funcionando
4. El software está vencido y se dará por finalizado su tiempo de vida.

Por lo tanto, el cronograma de actividades sería el siguiente:

No.	Actividad	Fecha de inicio de actividades	Fecha estimada de finalización	Predecesora
1	Selección del orden de aplicaciones a cambiarse a la red ANAM IPv6	1 de enero 2024	31 de diciembre de 2024	-
2	Despliegue de aplicaciones en red ANAM IPv6	1 de enero 2024	31 de diciembre de 2025	1