

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL E IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE  
IPv6 EN EL DISTRITO CAPITAL**

**CLARA MERCEDES CAMPOS TRIANA  
MARTHA ISABEL CAÑAS SERRANO**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
“ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES”  
BOGOTÁ  
2016**

**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL E IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE  
IPv6 EN EL DISTRITO CAPITAL**

**CLARA MERCEDES CAMPOS TRIANA  
MARTHA ISABEL CAÑAS SERRANO**

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Especialista en  
Telecomunicaciones**

**Director: Álvaro Escobar Escobar  
Director Especialización en Telecomunicaciones**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
“ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES”  
BOGOTÁ  
2016**

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	3
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE CUADROS .....	10
LISTA DE ANEXOS .....	12
PRÓLOGO.....	13
ABSTRACT.....	17
CAPITULO I.....	18
1.1 INTRODUCCIÓN.....	18
1.2 ANTECEDENTES.....	18
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.3.1 Problema principal .....	21
1.3.2 Problemas secundarios.....	21
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	21
1.5 OBJETIVOS.....	22
1.5.1 Objetivo general.....	22
1.5.2 Objetivos específicos .....	22
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.6.1 Justificación teórica.....	22
1.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
CAPÍTULO II.....	24
2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE IP.....	24

2.1.1 Direcciones IPv4 públicas.....	24
2.1.2 Direcciones IPv4 privadas.....	25
2.1.3 Direcciones reservadas.....	25
2.2 TRADUCCIÓN DE DIRECCION DE RED (NAT) .....	26
2.2.1 Problemas de NAT.....	27
2.3 IP MULTICAST .....	27
2.4 CONTEXTUALIZACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IPV6 .....	28
2.4.1 IPv6.....	28
2.4.2 Características principales de IPv6 con respecto al IPv4 .....	29
2.4.3 Datagramas de encabezado IPv4 e IPv6.....	31
2.4.5 Encabezados de extensión.....	33
2.4.6 Orden de los encabezados de extensión.....	34
2.5 REPRESENTACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IPv6 .....	40
2.5.1 Forma hexadecimal .....	41
2.5.2 Forma comprimida .....	41
2.5.3 Forma mixta.....	42
2.6 NOMENCLATURA DE LOS PREFIJOS .....	42
2.7 ARQUITECTURA DE DIRECCIONAMIENTO EN IPV6 .....	43
2.7.1 Unicast.....	44
2.7.2 Anycast.....	49
2.7.3 Multicast.....	49
CAPITULO III.....	55
3.1 NORMATIVIDAD .....	55
3.1.1 Circular 0002 del 06 de julio de 2011.....	55

3.1.2 Decreto 2573 del 2014 y los manuales de gobierno en línea versión 3.0 y versión 3.1 .....	56
3.1.3 Reglamentación aplicable de la comisión de regulación de comunicaciones (resoluciones 3101, 3502, 3066 y 3067) .....	58
3.1.4 Decreto 2482 de 2012.....	58
3.1.5 Guías .....	58
CAPITULO IV.....	59
4.1 METODOLOGIA PARA LA MIGRACION A IPV6 .....	59
4.1.1 Fase I, planeación de IPv6.....	59
4.1.2 Fase II, implementación del protocolo IPv6 .....	61
4.1.3 Fase III, pruebas de funcionalidad de IPv6 .....	62
CAPITULO V.....	63
5.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA PARA DETERMINAR LA SITUACIÓN ACTUAL EN LAS ENTIDADES DEL DISTRITO CAPITAL GESTIONADAS POR LA ALTA CONSEJERIA DE LAS TIC .....	63
5.2 VARIABLES DE LA MUESTRA .....	64
5.3 IMPACTO ECONÓMICO .....	81
5.4 IMPACTO LEGAL .....	83
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFIA.....	87
ANEXOS.....	88

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Direcciones multicast reservadas .....	50
Tabla 2: Etapas de la transición de IPv4 a IPv6 .....	85

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Entidades que delegan, administran y distribuyen las direcciones IP .....	26
Figura 2: Datagrama de encabezado IPv4 .....	31
Figura 3: Datagrama de encabezado IPv6 .....	32
Figura 4: Encabezados de extensión de IPv6.....	34
Figura 5: Encabezado Hop-by-Hop Options (opciones de salto a salto).....	35
Figura 6: Encabezado destination options (opciones de destino) .....	35
Figura 7: Encabezado routing (enrutamiento) para el tipo de enrutamiento 0 .....	36
Figura 8: Encabezado fragment (fragmento) .....	37
Figura 9: Proceso de fragmentación de IPv6 .....	38
Figura 10: Encabezado authentication (autenticación) .....	39
Figura 11: Encabezado y finalizador ESP .....	40
Figura 12: Alcance de direcciones unicast en IPv6.....	44
Figura 13: Estructura de dirección IPv6 enlace local .....	45
Figura 14: Estructura de dirección IPv6 para enrutamiento de uso local .....	46

	<b>Pág.</b>
Figura 15: Estructura de dirección IPv6 para enrutamiento global.....	46
Figura 16: Conversión dirección MAC de 48 bits a 64 bits. (identificador de interfaz) .....	48
Figura 17: Estructura de una dirección multicast IPv6 .....	50
Figura 18: Estructura de direcciones IPv6 multicast (prefijo basado en direcciones unicast).....	51
Figura 19: Estructura de una dirección multicast en IPv6-incorporado (RP).....	52
Figura 20: Significado de los alcances de las direcciones .....	53
Figura 21: Direcciones de multidifusión .....	54
Figura 22: Sujetos obligados del orden nacional .....	57
Figura 23: Análisis de resultados pregunta No 1 .....	65
Figura 24: Análisis de resultados pregunta No 2 .....	66
Figura 25: Análisis de resultados pregunta No 3 .....	68
Figura 26: Análisis de resultados pregunta No 4 .....	69
Figura 27: Análisis de resultados pregunta No 5 .....	70
Figura 28: Análisis de resultados pregunta No 6 .....	71
Figura 29: Análisis de resultados pregunta No 7 .....	73

	<b>Pág.</b>
Figura 30: Análisis de resultados pregunta No 8 .....	74
Figura 31: Análisis de resultados pregunta No 9 .....	76
Figura 32: Análisis de resultados pregunta No 10 .....	77
Figura 33: Análisis de resultados pregunta No 11 .....	78
Figura 34: Análisis de resultados pregunta No 12 .....	80
Figura 35: Análisis de resultados pregunta No 13 .....	81

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1: Posibilidades campo scope.....	52
Cuadro 2: Análisis de resultados pregunta No 1.....	64
Cuadro 3: Análisis de resultados pregunta No 2.....	66
Cuadro 4: Análisis de resultados pregunta No 3.....	67
Cuadro 5: Análisis de resultados pregunta No 4.....	69
Cuadro 6: Análisis de resultados pregunta No 5.....	70
Cuadro 7: Análisis de resultados pregunta No 6.....	71
Cuadro 8: Análisis de resultados pregunta No 7.....	72
Cuadro 9: Análisis de resultados pregunta No 8.....	74
Cuadro 10: Análisis de resultados pregunta No 9.....	75
Cuadro 11: Análisis de resultados pregunta No 10.....	77
Cuadro 12: Análisis de resultados pregunta No 11.....	78
Cuadro 13: Análisis de resultados pregunta No 12.....	79
Cuadro 14: Análisis de resultados pregunta No 13.....	80

Cuadro 15: Recurso humano .....82

Cuadro 16: Recurso técnico.....83

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1: Circular 0002 del 06 de julio de 2011 .....	88
ANEXO 2: Decreto 2573 del 2014 .....	91
ANEXO 3: Decreto 2482 de 2012 .....	100

## GLOSARIO

**ANYCAST**<sup>1</sup>: tipo de dirección que permite enviar un paquete a cualquier **nodo** entre un grupo de ellos. Se facilita así que una dirección sea asignada a más de una interfaz, es decir, a diferentes nodos.

**CCTLDS**<sup>2</sup>: es el que indica la pertenencia a un determinado país, y está constituido por dos letras y un punto que se agregan a continuación.

**DIRECCION MAC**<sup>3</sup>: identificador de 12 dígitos en **hexadecimal** único en el mundo (si no se ha modificado manualmente con posterioridad), que tiene cada **adaptador de red**. Por lo que los *routers WiFi* y **APN** suelen ofrecer la posibilidad de bloquear o permitir el acceso a determinadas **direcciones MAC**.

**HEXADECIMAL**<sup>4</sup>: sistema de numeración en base 16 representado por los dígitos 0 a 9 y las letras mayúsculas o minúsculas de la A (equivalente al valor decimal 10) a la F (equivalente al valor decimal 15).

**IANA**<sup>5</sup>: (internet Assigned Numbers Authority). Autoridad de Asignación de Números de Internet: Entidad que supervisa la asignación global de Dirección IP, la asignación de Números de Sistemas Autónomos, la gestión de la zona radicular en el Domain Name System (DNS), los tipos de medios, y otros símbolos y números relacionados con el Protocolo de Internet. IANA es operada por la Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números de Internet), también conocida como la ICANN.

**IPV4**<sup>6</sup>: es la cuarta versión de este protocolo, pero la primera que ha sido implementada de forma extensiva. Fue descrito en el RFC 791 elaborado por la Internet Engineering Task Force (IETF) en 1981. Es el protocolo que mayormente se usa en la Capa de Red del Modelo TCP/IP para conexiones a Internet.

**IPV6**<sup>7</sup>: es la versión 6 del Protocolo de Internet (IP por sus siglas en inglés, Internet Protocol), es el encargado de dirigir y encaminar los paquetes en la red, fue diseñado en los años 70 con el objetivo de interconectar redes.

---

<sup>1</sup> 6SOS.Glosario IPV6: Eduardo Jacob Taquet, Alex Muñoz Mateos, Fidel Liberal Malaina.2004.pag 38. Fuente: <http://www.6sos.org/documentos/glosario-IPV6-v1-2.pdf>

<sup>2</sup> <http://www.ie.itcr.ac.cr/omolina/Cursos%20de%20Telematica/Redes%20de%20Area%20Local/Glosario%20de%20redes.pdf>

<sup>3</sup> [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989\\_8.html#def](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989_8.html#def)

<sup>4</sup> 6SOS.Glosario IPV6: Eduardo Jacob Taquet, Alex Muñoz Mateos, Fidel Liberal Malaina.2004.pag 38. Fuente: <http://www.6sos.org/documentos/glosario-IPV6-v1-2.pdf>

<sup>5</sup> <http://www.internetglosario.com/>

<sup>6</sup> [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989\\_8.html#def](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989_8.html#def)

<sup>7</sup> 6SOS.Glosario IPV6: Eduardo Jacob Taquet, Alex Muñoz Mateos, Fidel Liberal Malaina.2004.pag 38. Fuente: <http://www.6sos.org/documentos/glosario-IPV6-v1-2.pdf>

**ISPS**<sup>8</sup>: son las siglas de **Internet Service Provider** Proveedor de Servicios de Internet, una compañía que proporciona acceso a Internet.

**IXPS**<sup>9</sup>: un Internet Exchange Point (IXP) es un punto de interconexión instalado con el fin de que el tráfico local de internet se mantenga dentro de la infraestructura local. Esto permite reducir los costos asociados con el intercambio de tráfico entre los **ISP**.

**LACNIC**<sup>10</sup>: (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry), Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe. Es el registro de direcciones de **Internet** para América Latina y Caribe. Se trata de una organización responsable de la asignación y administración de las **direcciones IP** y recursos relacionados (números autónomos y resolución inversa) para la región de América Latina y el Caribe y, es uno de los 5 registros regionales de **Internet** en el mundo.

**MULTICAST**<sup>11</sup>: es un método de envío simultáneo de paquetes (a nivel de IP) que tan sólo serán recibidos por un determinado grupo de receptores, que están interesados en los mismos.

**NAT**<sup>12</sup>: (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red) es un mecanismo de mapeo (o traducción) utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes (interna y externa) que tienen rangos de dirección diferente y por tanto incompatible.

**PROTOCOLO**<sup>13</sup>: conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red. Un protocolo es una convención o estándar que controla o permite la conexión, comunicación, y transferencia de datos entre dos puntos finales.

**ROUTERS**<sup>14</sup>: el router o enrutador es un dispositivo que opera en capa tres de nivel de 3. Así, permite que varias redes u ordenadores se conecten entre sí y, por ejemplo, compartan una misma conexión de Internet.

---

<sup>8</sup> [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989\\_8.html#def](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989_8.html#def)

<sup>9</sup> [http://www.cisco.com/c/m/es\\_mx/offers/network/index.html?gclid=CILvhr2m6s8CFQNehtagdzRQMbQ](http://www.cisco.com/c/m/es_mx/offers/network/index.html?gclid=CILvhr2m6s8CFQNehtagdzRQMbQ)

<sup>10</sup> <http://www.internetglosario.com/>

<sup>11</sup> 6SOS.Glosario IPV6: Eduardo Jacob Taquet, Alex Muñoz Mateos, Fidel Liberal Malaina.2004.pag 38. Fuente:

<http://www.6sos.org/documentos/glosario-IPv6-v1-2.pdf>

<sup>12</sup> [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989\\_8.html#def](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989_8.html#def)

<sup>13</sup> <http://www.ie.itcr.ac.cr/omolina/Cursos%20de%20Telematica/Redes%20de%20Area%20Local/Glosario%20de%20redes.pdf>

<sup>14</sup> [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989\\_8.html#def](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/72/72989_8.html#def)

**TICS** <sup>15</sup> : conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las TICs incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual.

**UNICAST** <sup>16</sup>: es el envío de información desde un único emisor a un único receptor.

---

<sup>15</sup> 6SOS.Glosario IPV6: Eduardo Jacob Taquet, Alex Muñoz Mateos, Fidel Liberal Malaina.2004.pag 38. Fuente:  
<http://www.6sos.org/documentos/glosario-IPv6-v1-2.pdf>

<sup>16</sup> <http://www.ie.itcr.ac.cr/omolina/Cursos%20de%20Telematica/Redes%20de%20Area%20Local/Glosario%20de%20redes.pdf>

## **PRÓLOGO**

El presente proyecto presenta un análisis de la situación actual e impacto de la adopción de IPv6 en el distrito capital, este documento presenta una investigación sobre el impacto que se producirá en el distrito de la ciudad de Bogotá al momento de adoptar la nueva versión del Protocolo IP, sobre la actual infraestructura.

También presenta el grado de cumplimiento de las entidades del distrito tanto de las disposiciones normativas como técnicas que puedan hacer una migración óptima de IPv4 a IPv6.

Este proyecto presenta las fortalezas de instalar IPv6 en el distrito capital, y analiza el impacto y el grado de cumplimiento de cada una de ellas, presentando en qué estado está la migración de IPv4 a IPv6 en el caso que ya hubieran iniciado el proceso de migración.

## **ABSTRACT**

This project presents an analysis of the current situation and impact of the adoption of IPv6 in the district capital, this paper presents a research on the impact that will occur in the district of Bogota when adopting the new version of the Protocol IP on the existing infrastructure.

It also shows the degree of compliance with many entities of regulatory requirements and techniques that can make an optimum migration from IPv4 to IPv6 district.

This project has the strengths to install IPv6 in the district capital, and analyzes the impact and the degree of compliance with each of them, showing what state is the migration from IPv4 to IPv6 in the case who had already begun the migration process.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Todo dispositivo necesita de una dirección IP para conectarse a Internet y asegurarse de que los datos llegarán al destino adecuado. Por eso, de estas direcciones depende la expansión de la Red. El problema es que las posibles combinaciones de dígitos se están acabando: quedan menos del 2% de los números aún libres, y se espera que en algún momento se agoten.

El protocolo de Internet (IP) es un conjunto de normas técnicas que define cómo los dispositivos se comunican a través de la Red. En este momento hay dos versiones de IP, IPv4 e IPv6, y esta última incluye un rango de números muchísimo mayor que la primera.

Los puntos de intercambio de tráfico (IXPs) de al menos seis países de la región ya funcionan sobre IPv6 nativo, incluyendo casos muy emblemáticos como el de Haití. Al menos 75% de los ccTLDs de la región son accesibles por IPv6. Varios de los servidores raíz instalados en América Latina y Caribe por LACNIC bajo el programa +Raíces ya funcionan sobre IPv6.

### **1.2 ANTECEDENTES**

El desarrollo de Internet, se ha convertido progresivamente en una pila de información de contenidos, en gran parte por sí misma y por el desarrollo de las nuevas redes y mercados.

Cuando comenzó a difundirse, a comienzos de la década de los años 90, se utilizaba prácticamente sólo en los espacios de la investigación y la educación; hoy en día su uso está más extendido en contextos empresariales e incluso

residenciales, hasta el punto de que esta generalización se ha convertido en el principal catalizador para que, al día de hoy, la dimensión del tráfico de datos haya sobrepasado al del tráfico de voz en las redes.

El aspecto más interesante de Internet es que permite crear espacios de mercado para un conjunto de nuevos actores, cada uno de los cuales incrementa la creación de valor a través de los contenidos.

Debido a estos precedentes y requerimientos cambiantes dentro de las empresas y para que estas gocen de una mayor cantidad de aplicaciones multimedia y de red que dominan el ancho de banda. El cambio de IPv4 a IPv6 es crítica para la viabilidad de las redes empresariales y las redes públicas de la Internet para que sigan creciendo. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Técnicamente en éste momento el sistema de direccionamiento ya no es suficiente para la gran cantidad de equipos conectados a la misma red, la demanda actual y futura no podrá ser satisfecha por la versión actual de IP, además, las tablas de enrutamiento actuales son demasiado grandes debido a la gran cantidad de direcciones que existen sin tener una autoconfiguración.
- Socialmente las necesidades de los usuarios de la internet han aumentado exponencialmente, exigiendo nuevas capacidades que la versión 4 no proporciona como lo son seguridad, privacidad, velocidad, VoIP, multimedia, teleconferencias y aplicaciones de gran demanda.

Para tener las bases suficientes para el cambio primero se debe de entender cómo se estructuró la Internet desde sus inicios, ver su crecimiento, conceptos y generalidades, ver las versiones de IP, recalcar los beneficios de IPv6 y ver porque se debe de cambiar a la nueva versión de IP<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup><http://porticus.usantotomas.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/11634/282/PROPUESTA%20DE%20DISE%C3%91O%20PARA%20LA%20TRANSICI%C3%93N%20DE%20IPV4%20A%20IPV6.pdf?sequence=1>

### 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el internet ha tomado posesión sobre el mundo de la tecnología ya que es un servicio que se ofrece en equipos como los móviles, sistemas, aplicaciones inteligencia artificial, a razón de nuevas tecnologías, se agotaron la disponibilidad de direcciones IPv4, lo que trajo como consecuencia que los Registros de Nombres de Direcciones en Internet – RIRs por sus siglas en inglés, se vieran obligados a generar políticas para asignar direcciones IPv6 en todos los continentes<sup>18</sup>.

El hecho de que en el mundo las redes externas e internas, el equipamiento tecnológico y las aplicaciones, estén diseñadas bajo ambientes IPv4, prevén en los próximos años que las entidades públicas o privadas que no adopten IPv6 dejaran de ser competitivas ya que sufrirán la mayor brecha tecnológica que hasta ahora haya existido, por tanto que IPv6 es necesario para el desarrollo del Internet y no es compatible con IPv4 creándose con esto islas sin conexión al resto de las cosas; es decir, los actuales servicios, equipos y/o aplicaciones que demandan una conexión a Internet, pueden quedar obsoletos e incommunicados del resto del mundo, peor aún, no podrán acceder de forma directa a ciertos servicios o productos que se encuentren en el mercado.

Por tanto, la discusión ya no se centra en sí es necesario o no adoptar IPv6, como tampoco de cuándo lo necesitaré; la problemática se centra en ¿cómo hago para prepararme y qué debo hacer para adoptar IPv6?, pues lo que se espera es que toda empresa evolucione al ritmo que cambia el mercado y la tecnología.

Lo cierto es que la transición al nuevo mundo que nos depara el Protocolo de Internet bajo la versión 6 constituye el mayor hito en la historia del Internet, el cual afecta a la humanidad desde distintas aristas principalmente por que los negocios, servicios, comunicaciones y las cosas se mueven entorno a las TIC necesitándose identificar cada objeto tangible e intangible en la Internet para poder interactuar con lo demás.

En la ciudad de Bogotá poco o nada se ha escuchado sobre el tema, no se sabe a ciencia cierta el Impacto ocasionará la implementación de esta nueva versión del protocolo IP, sobre las entidades públicas y sus usuarios.

---

<sup>18</sup> LACNIC el RIR para la Latinoamérica muestra cifras del agotamiento de direcciones IPv4 en nuestra región <http://www.lacnic.net/es/web/lacnic/reporte-direcciones-ipv4>.

Si bien se ha dicho que el usuario no sentirá ningún impacto al momento de realizarse este proceso; no se sabe que tan cierta sea esta premisa

Aunque la implementación de IPv6 es un proceso irreversible, en el país específicamente en las Entidades Públicas de la ciudad de Bogotá no se tenía claro los requerimientos de software y hardware de los equipos finales para la implementación de IPv6.

La infraestructura de las entidades públicas está diseñada y adaptada para soportar el protocolo de Internet versión 4 (IPv4), se desconocía si existía un plan que permita integrar procesos y mejores prácticas en la transición de IPv4 a IPv6 en las empresas.

**1.3.1 Problema principal.** En la ciudad de Bogotá no existe un estudio de análisis de la situación actual e Impacto que producirá la adopción del protocolo de Internet versión 6 (IPv6).

#### **1.3.2 Problemas secundarios.**

- No existe un análisis sobre la situación actual de los distritos ubicados en la ciudad de Bogotá.
- Se desconoce el grado de cumplimiento de las disposiciones normativas y técnicas en el distrito capital al momento que se realice la adopción a IPv6.
- No existe un análisis que determine el grado de cumplimiento dado en la circular 00002 de 2011 para implementar políticas públicas e incorporar el nuevo protocolo.

### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible determinar la situación actual e impacto que producirán las entidades del distrito capital al realizar la implementación del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6)?

## **1.5 OBJETIVOS**

**1.5.1 Objetivo general.** Evaluar la situación actual del proceso de adopción y su impacto en las entidades del distrito capital gestionadas desde la alta consejería para las TIC.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el grado de cumplimiento (porcentaje) de las disposiciones normativas y técnicas de la adopción de IPv6.
- Analizar el impacto de la adopción o la no adopción de IPv6.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

**1.6.1 Justificación teórica.** El desarrollo de este proyecto permite determinar mediante un análisis la situación actual del proceso de adopción y su impacto en las entidades del distrito capital gestionadas desde la alta consejería para la TICS, estableciendo un plan que permita integrar procesos y mejores prácticas en la transición de IPv4 a IPv6 en las empresas.

También permite esclarecer conceptos relacionados al protocolo TC/IP, y sus respectivas versiones, para deducir de manera clara las ventajas o desventajas del desarrollo de esta nueva versión del protocolo.

IPv6 soluciona el problema de agotamiento de direcciones IP, ampliando el rango de las mismas, para poder ampliar el número de dispositivos (teléfonos, televisores, electrodomésticos) que pueden usar direcciones IP.

## **1.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el proyecto se utilizó la investigación de campo porque se estudió la realidad de la adopción de Ipv6 en el distrito capital, en qué grado se encuentra dicha adopción.

## CAPÍTULO II

### Introducción

Este capítulo contiene un resumen de los principales conceptos utilizados para la realización del tema, se da una breve explicación de temas que fueron importantes para la realización de la investigación.

### 2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE IP

“Una dirección IP es un identificador de cada host dentro de su red de datos”<sup>19</sup>, se caracteriza por ser única, ya que no sería algo lógico que dentro de una misma ciudad existieran varios números telefónicos con un mismo código o dígito de marcación y con un mismo propietario. Las direcciones IP se caracterizan por conformarse en dos partes: Una de ellas, identifica a la red y la otra identifica a la máquina dentro de la red, teniendo en cuenta que todas las máquinas que pertenecen a la misma red requieren de un mismo número de Red el cual debe ser además único en internet.

Se clasifican en:

**2.1.1 Direcciones IPv4 públicas.** Las direcciones IPv4 públicas son aquellos espacios que se encuentran disponibles para internet, son únicas ya que no se puede manejar una misma dirección IP para darles conectividad a varios equipos, este tipo de direccionamiento es manipulado por los proveedores de servicios de internet (ISP) para permitir brindar conectividad a usuarios.

---

<sup>19</sup> IntroduccionDireccionesIP.pdf.MicrosoftWord-direccionesIP.doc. 2004.pag7.

Fuente:[http://www.educa.madrid.org/cms\\_tools/files/a8dae6a3-c890-4d13-a8fc5e928c9a98ec/IntroduccionDireccionesIP.pdf](http://www.educa.madrid.org/cms_tools/files/a8dae6a3-c890-4d13-a8fc5e928c9a98ec/IntroduccionDireccionesIP.pdf)

**2.1.2 Direcciones IPv4 privadas.** Las direcciones IPv4 son aquellos tipos de direcciones que han sido reservadas para la administración de redes privadas, se caracterizan porque manejan un direccionamiento que no permite el acceso a la red pública. Algunos rangos en el direccionamiento IPv4 fueron reservados para la operación de este tipo de redes.

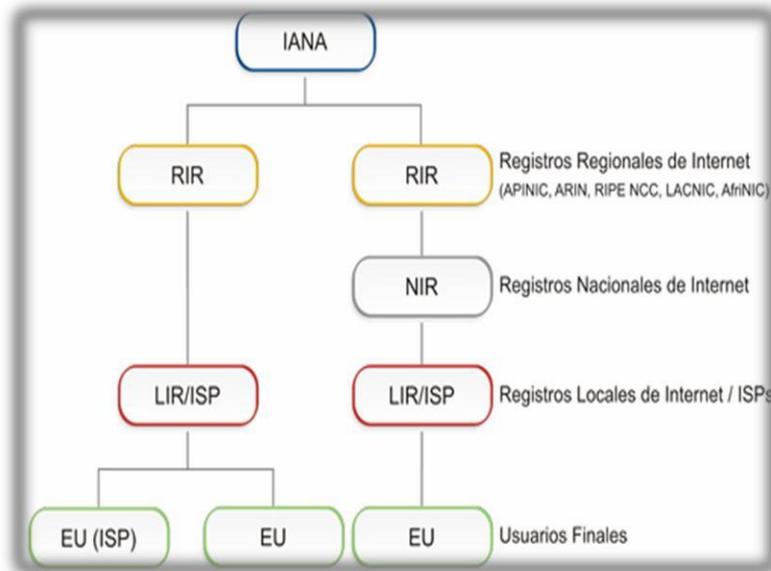
**2.1.3 Direcciones reservadas.** Las direcciones reservadas son grupos de direcciones que han quedado para un uso específico. Las más importantes son las siguientes:

- (o la dirección .0 de cualquier subred). Esta es la dirección para referirse a la red.
- 255.255.255.255 (o la dirección .255 de cualquier subred). Esta es la dirección de broadcast. Equivale a todos los terminales de la red.
- 127.X.X.X Este es el rango de ip's de loop back. Son para referirnos a nosotros mismos (nuestra máquina). También llamadas de diagnóstico.
- 127.0.0.1 (o local host) Es un caso particular del anterior. Es la más usada para referirnos a nuestra máquina de manera local.

IPv4 inicialmente sólo se pensó que permitiría dar conexión a equipos de cómputo, pero debido a los avances tecnológicos que se están dando en nuestro futuro se requiere que cada equipo que desee compartir información cuente con una dirección IP que le permita una conexión permanente a internet para así contar con acceso inmediato a la información.

En estos momentos la IANA (Internet Assigned Numbers Authority), siendo la entidad que supervisa mundialmente la asignación del direccionamiento IPv4 realizó entrega de los últimos 7 bloques conformado cada uno por 16.777.216 direcciones, a los cinco RIR (Regional Internet Registry); pues éstas son las entidades que atienden y administran la delegación y distribución de las direcciones IP (Versión 4 -Versión 6), en todo el mundo, segmentado para estos propósitos en cinco regiones: LACNIC (América Latina y el Caribe), ARIN (América del Norte), RIPE NCC (Europa, Oriente Medio y Asia central), APNIC (Asia y Pacífico) y AFriNIC (África). Como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1:** Entidades que delegan, administran y distribuyen las direcciones IP



**Fuente:** <http://lacnic.net/sp/politicas/manual2.html>

El agotamiento de direccionamiento IPv4 se originó debido al crecimiento de usuarios, aplicaciones, servicios y dispositivos que requieren de una dirección IP que les permita estar conectados para el compartimiento de información. Otra de las posibles causas para que esto ocurriera fue la asignación que se dio en los comienzos, pues no se tenían en cuenta los tipos de necesidades que las organizaciones requerían o la existencia de éstas, pues asignaron amplios bloques de direcciones IP a empresas individuales y organizaciones.

Con la intención de resolver el agotamiento en el direccionamiento se desarrollaron algunos mecanismos o estrategias que han permitido extender la vida de IPv4 tales como:

## 2.2 TRADUCCIÓN DE DIRECCION DE RED (NAT)

“Es un mecanismo que permite la traducción de direcciones privadas en públicas y viceversa. Accede a que una red tenga conexión con otra, siendo éstas de diferentes rangos de direccionamiento IP para el envío o recepción de paquetes”<sup>20</sup>

<sup>20</sup> <http://www.buenastareas.com/ensayos/Traductor-De-Direcci%C3%B3n-De-Red-Nat/2113453.html>

Para que una red privada tenga acceso a internet, se debe realizar por medio de un dispositivo ubicado en la frontera de las dos redes, que tenga configurado NAT para la traducción de direcciones.

Este dispositivo NAT cambia y traduce la dirección origen en cada paquete de salida y el puerto de origen para que sea único. Estas traducciones de dirección se almacenan en una tabla, para recordar qué dirección y puerto le corresponde a cada dispositivo cliente y así saber dónde deben regresar los paquetes de respuesta.

Esto ayuda a garantizar la seguridad, ya que cada petición saliente o entrante debe pasar por un proceso de traducción que ofrece la oportunidad de verificar y autenticar la solicitud. NAT también se conserva en el número de direcciones IP globales que una empresa necesita y permite a la empresa utilizar una única dirección IP en su comunicación con el mundo.

### **2.2.1 Problemas de NAT.** Sus principales características son

- “Este mecanismo no puede utilizarse en terminales móviles y, además, muchas aplicaciones son incapaces de ser utilizadas mediante este tipo de direcciones, especialmente las relacionadas con la autenticación y la seguridad de las comunicaciones.
- Aumenta la probabilidad de pérdida de direcciones, debido a que se manejan tablas de enrutamiento muy extensas.
- Hace difícil el funcionamiento de ciertas aplicaciones, como las que requieren de mayor velocidad, por ejemplo, video-conferencia y video- juegos.
- Las tablas NAT son de gran tamaño, provocando que exista un bajo rendimiento en la red, debido a la saturación que éstas le pueden generar.

### **2.3 IP MULTICAST**

Multicast IP es una tecnología de ancho de banda de conservación que reduce el tráfico de manera simultánea a la entrega de un único flujo de información a miles de potenciales beneficiarios de las empresas y hogares. IP Multicast proporciona el tráfico de aplicaciones de origen a múltiples receptores sin cargar la fuente o los receptores durante el uso de un mínimo de ancho de banda de red. Paquetes de multidifusión se replican en la red en el punto donde los caminos divergen por

los routers, lo que resulta en la prestación más eficiente de datos a múltiples receptores. De acuerdo con la Internet Assigned Numbers Authority (IANA), su directriz RFC3171 especifica que las direcciones 224.0.0.0 a 239.255.255.255 se designan como direcciones de multidifusión.

## 2.4 CONTEXTUALIZACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IPV6

**2.4.1 IPv6.** “El protocolo de Internet versión 6 [RFC2460], es una tecnología que entrará poco a poco a reemplazar a la versión 4, su desarrollo contribuye en la búsqueda de soluciones a las problemáticas existentes en IPv4, está fue diseñada como la evolución del IPv4 presentando características de seguridad y mejor funcionamiento.”<sup>21</sup>

Desde inicios del protocolo de Internet se han podido realizar algunos desarrollos que permitieron un mejor desempeño de éste, así actualmente se encuentra en funcionamiento la versión 4. Este protocolo cuenta con un espacio de direcciones de 32 bits, es decir (4.294.967.296), siendo esta cantidad muy limitada, pues con el transcurso del tiempo se ha visto aún más la necesidad del aprovechamiento del protocolo, pues las empresas que generan nuevos avances tecnológicos, ofrecen día a día a usuarios públicos o privados nuevos tipos de productos y servicios a través de la internet.

Debido a la falta de direccionamiento IP, se desarrolló IPv6, que a inicios de su creación se llamó como: IPng (protocolo de internet de nueva generación), que promete dar solución a los problemas del direccionamiento, dándole un mejoramiento en capacidad del envío de la información, la seguridad, la facilidad y el rendimiento en los equipos.

“La nueva versión del protocolo usa direcciones de 128 bits lo cual equivale a tener  $2^{128} = 340.283.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$  direcciones IP, que es representado en formato hexadecimal, esta cantidad de nuevas direcciones, podrán ser utilizadas por miles de millones de usuarios que requieran servicios en las diferentes plataformas que necesitan las direcciones IP como, las páginas Web, los dispositivos móviles como teléfonos celulares, PDA’s, dispositivos de consumo, vehículos, nuevas tecnologías de acceso como xDSL. De esta manera esta versión del protocolo permite solucionar el grave problema de direccionamiento que hoy en día se debe enfrentar con la versión4.”<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> <http://repositorio.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3735/1/004x679.pdf>

<sup>22</sup> <http://es.scribd.com/doc/44342778/Tdg-ipv4-ipv6-18n0v>

**2.4.2 Características principales de IPv6 con respecto al IPv4.** “Como se ha comentado, IPv6 fue diseñado como una evolución natural a IPv4. Es decir, todo lo que funcionaba perfectamente en IPv4 se ha mantenido, lo que no funcionaba se ha eliminado, y se ha tratado de añadir nuevas funciones manteniendo la compatibilidad entre ambos protocolos”.<sup>23</sup> Las características principales de IPv6son:

- **Capacidades de direccionamiento extendida**

“IPv6 incrementa el tamaño de dirección IP de 32 bits a 128 bits, para dar soporte a más niveles de direccionamiento jerárquico, un número mucho mayor de nodos direccionables, y una autoconfiguración más simple de direcciones. La escalabilidad del enrutamiento multienvío se mejora agregando un campo "ámbito" a las direcciones multienvío. Y se define un nuevo tipo de dirección llamada "anycast", usada para enviar un paquete a cualquiera de un grupo de nodos.

- **Simplificación del formato de cabecera**

Se realizaron algunas modificaciones en el formato de la cabecera de IPv4, siendo para IPv6 más simple, pues posee menor cantidad de campos, sus estructuras y contenidos han sido mejorados; optimizando los recursos que utiliza, pues se han eliminado algunos campos repetitivos que ya se representaban anticuados, incrementando algunas características para hacer frente a las nuevas necesidades de las redes actuales, como comunicación en tiempo real y seguridad.

- **Soporte mejorado para las extensiones y opciones**

Los cambios en la manera en que se codifican las opciones de la cabecera IP permiten un reenvío más eficiente, límites menos rigurosos en la longitud de opciones y mayor flexibilidad para introducir nuevas opciones en el futuro.

- **Capacidad de etiquetado de flujo**

Una nueva capacidad se agrega para permitir el etiquetado de paquetes que pertenecen a "flujos" de tráfico particulares para lo cual el remitente solicita tratamiento especial, como la calidad de servicio no estándar o el servicio en

---

<sup>23</sup> [http://www.ramonmillan.com/tutoriales/ipv6\\_parte1.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/ipv6_parte1.php)

"tiempo real".

- **Capacidades de autenticación y privacidad**

Extensiones para utilizar autenticación, integridad de los datos, y (opcional) confidencialidad de los datos, se especifican para el IPv6.”<sup>24</sup>

- **Características de movilidad**

“IPv6 permite que la comunicación pueda llevarse a acabo en cualquier momento y lugar con un óptimo grado de operatividad, así como de forma transparente al usuario, permitiéndole realizar su propia gestión y control. Cuestiones de gran importancia si queremos disfrutar de servicios multimedia en los terminales móviles de última generación (VoZIP y Video). Protocolos como MPI (Mobile IP) o HMIP (Hierarchical MIP) posibilitan la implantación y explotación real de estos servicios.

- **Autoconfiguración de los nodos**

La autoconfiguración de direcciones es más simple. Especialmente en direcciones Globales Unicast, los 64 bits superiores son asignados por un mensaje desde el router (Router Advertisement) y los 64 bits más bajos son asignados con la dirección MAC (en formato EUI-64). En este caso, el largo del prefijo de la subred es 64, por lo que no hay que preocuparse más por la máscara de red. Además, el largo del prefijo no depende del número de hosts por lo tanto la asignación es más simple.

- **Calidad de servicio y clases de servicios**

Capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo con parámetros relevantes para el usuario final.” IPv6 fue diseñado con soporte extendido a QoS. En el encabezamiento se han incluido dos campos relacionados a QoS, éstos son: Clase de tráfico e Identificador de Flujo.

- **Multihoming**

---

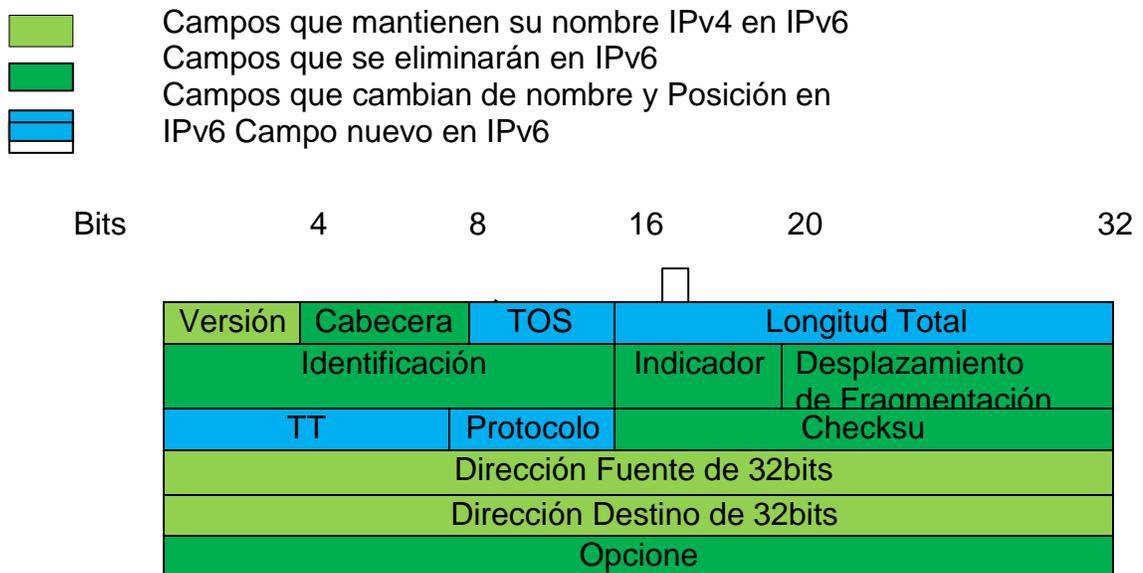
<sup>24</sup> <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc2460-es.txt>

Es la facilidad que se da a las empresas o instituciones que desean realizar el cambio de un proveedor a otro por algún motivo, no necesitaría cambiar de dirección, ni la realización de una nueva configuración de los equipos de comunicación. Es decir, cumple con la facilidad de realizar el cambio de ISP's (Proveedor de Servicios de Internet)<sup>25</sup>.

**2.4.3 Datagramas de encabezado IPv4 e IPv6.** En la figura 2 se ilustra el encabezado de IPv4, que se encuentra conformado por 12 campos en su cabecera, éste será modificado en la nueva versión IPV6; pues Uno de los motivos fundamentales que llevan a que estos campos (Tipo de servicio, indicadores, identificación y control de errores) sean eliminado, es por la redundancia de bits en algunos de éstos, manejando la misma información de diversas formas.

El tamaño máximo de un datagrama es de 65536 bytes. Sin embargo, este valor nunca es alcanzado porque las redes no tienen suficiente capacidad para enviar paquetes tan grandes. Además, las redes en Internet utilizan diferentes tecnologías por lo tanto el tamaño máximo de un datagrama varía según el tipo de red.

**Figura 2:** Datagrama de encabezado IPv4



**Fuente:** <http://docipv62009.blogspot.com/>

En la Figura 3, IPv6 (RFC 2460), muestran un enfoque diferente donde la

<sup>25</sup> <http://repositorio.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3735/1/004x679.pdf>



**2.4.5 Encabezados de extensión<sup>26</sup>.** El encabezado de IPv4 incluye todas las opciones. Por lo tanto, cada enrutador intermedio debe comprobar su existencia y procesarlas cuando están presentes. Esto puede causar un deterioro del rendimiento en el reenvío de paquetes IPv4. Con IPv6, las opciones de entrega y reenvío pasan a los encabezados de extensión. El único encabezado de extensión que debe procesarse en cada enrutador intermedio es el encabezado de extensión Hop-by-Hop Options (Opciones de salto a salto). Así aumenta la velocidad de procesamiento del encabezado de IPv6 y mejora el rendimiento del proceso de reenvío.

En RFC 2460 se definen los siguientes encabezados de extensión de IPv6 que deben admitir todos los nodos de IPv6:

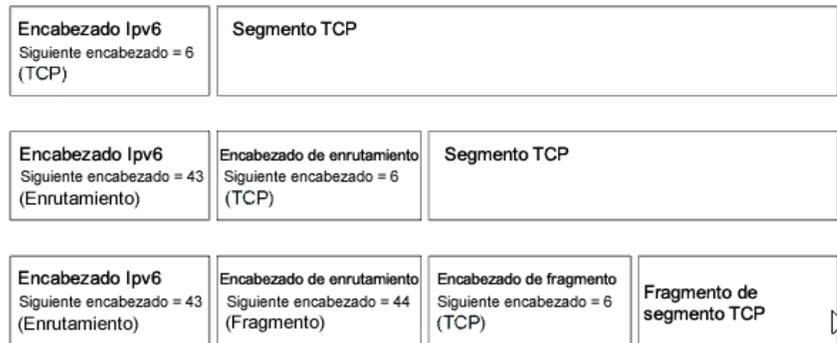
- Encabezado Hop-by-Hop Options (opciones de salto a salto)
- Encabezado Destination Options (opciones de destino)
- Encabezado Routing (enrutamiento)
- Encabezado Fragment (fragmento)
- Encabezado Authentication (autenticación)
- Encabezado Encapsulating Security Payload (ESP o carga de seguridad de encapsulación)

En la figura 4 se muestra el campo next header (encabezado siguiente) y ninguno o varios encabezados de extensión que componen una cadena de punteros. Cada puntero indica el tipo de encabezado que viene después del encabezado inmediato hasta que el protocolo de nivel superior se identifica definitivamente.

---

<sup>26</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**Figura 4:** Encabezados de extensión de IPv6



**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**2.4.6 Orden de los encabezados de extensión**<sup>27</sup>. Los encabezados de extensión se procesan en el orden en el que se encuentran. Dado que el único encabezado de extensión procesado por todos los nodos de la ruta de acceso es el encabezado Hop-by-Hop Options (Opciones de salto a salto), debe ser el primero. Hay normas similares para otros encabezados de extensión. En RFC 2460, se recomienda que los encabezados de extensión se coloquen en el encabezado de IPv6 en el orden siguiente:

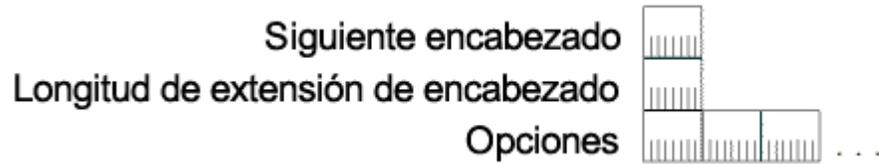
- 1) Encabezado Hop-by-Hop Options (opciones de salto a salto)
- 2) Encabezado DestinationOptions (opciones de destino), para destinos intermedios cuando hay encabezado Routing (enrutamiento).
- 3) Encabezado Routing (enrutamiento)
- 4) Encabezado Fragment (fragmento)
- 5) Encabezado Authentication (autenticación)
- 6) Encabezado Encapsulating Security Payload (ESP o carga de seguridad de encapsulación)
- 7) Encabezado DestinationOptions (opciones de destino), para el destino final

**2.4.6.1 Encabezado hop-by-Hop options (opciones de salto a salto)**<sup>28</sup>. El encabezado Hop-by-Hop Options se utiliza para especificar parámetros de entrega en cada salto de la ruta de acceso al destino. Se identifica por el valor 0 en el campo next header (encabezado siguiente) del encabezado de IPv6. En la figura 5 se muestra el encabezado Hop-by-Hop Options.

<sup>27</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

<sup>28</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**Figura 5:** Encabezado Hop-by-Hop Options (opciones de salto a salto)



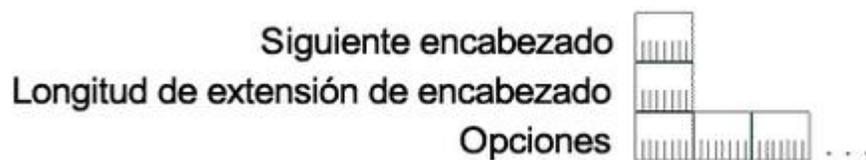
**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

El encabezado Hop-by-Hop Options consta de un campo next header (encabezado siguiente), un campo header extensión length (longitud de extensión del encabezado) y un campo Options (opciones) que contiene una o varias opciones. El valor del campo header extensión length es el número de bloques de 8 bytes del encabezado de extensión Hop-by-Hop Options, sin incluir los 8 primeros bytes. Por lo tanto, para un encabezado Hop-by-Hop Options de 8 bytes, el valor del campo header extensión length es 0. Se utilizan opciones de relleno para garantizar límites de 8 bytes.

**2.4.6.2 Encabezado destination options (opciones de destino)**<sup>29</sup>. El encabezado destination options se utiliza para especificar parámetros de entrega de paquetes para destinos intermedios o para el destino final.

Este encabezado se identifica mediante el valor 60 en el campo next header (Encabezado siguiente) del encabezado anterior. En la figura 6 se muestra el encabezado destination options.

**Figura 6:** Encabezado destination options (opciones de destino)



**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

El encabezado destination options se utiliza de dos maneras:

<sup>29</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

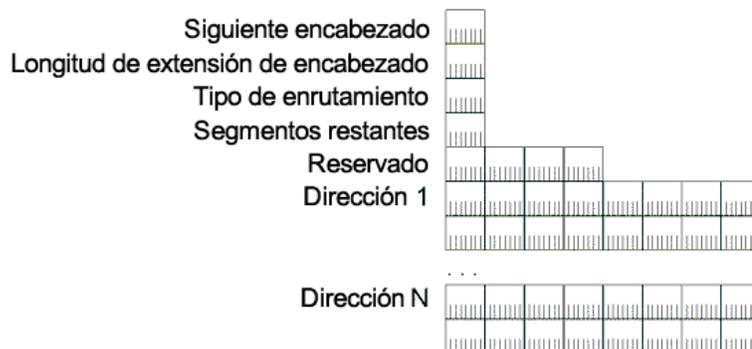
1. Si hay un encabezado routing (enrutamiento), especifica opciones de entrega o de proceso en cada destino intermedio.
2. También especifica opciones de entrega o de proceso en el destino final.

**2.4.6.3 Encabezado routing (enrutamiento)<sup>30</sup>.** De forma similar al enrutamiento de origen que admite IPv4, los nodos de origen de IPv6 pueden utilizar el encabezado de extensión routing para especificar una ruta de origen, una lista de destinos intermedios para que el paquete viaje por su ruta de acceso al destino final. El encabezado routing se identifica mediante el valor 43 en el campo next header (encabezado siguiente) del encabezado anterior.

El encabezado routing consta de un campo next header, un campo header extension length (que se define del mismo modo que en el encabezado de extensión Hop-by-Hop Options), un campo routing type (tipo de enrutamiento), un campo segments left (segmentos restantes) y datos específicos del tipo de enrutamiento.

Para el tipo de enrutamiento 0, que se define en RFC 2460, los datos específicos del tipo de enrutamiento son una lista de direcciones de destinos intermedios. Cuando el paquete IPv6 llega a un destino intermedio, se procesa el encabezado routing y la dirección del siguiente destino intermedio (según el valor del campo segments left) se convierte en la dirección de destino del encabezado de IPv6. En la figura 7 se muestra el encabezado routing para el tipo de enrutamiento 0.

**Figura 7:** Encabezado routing (enrutamiento) para el tipo de enrutamiento 0

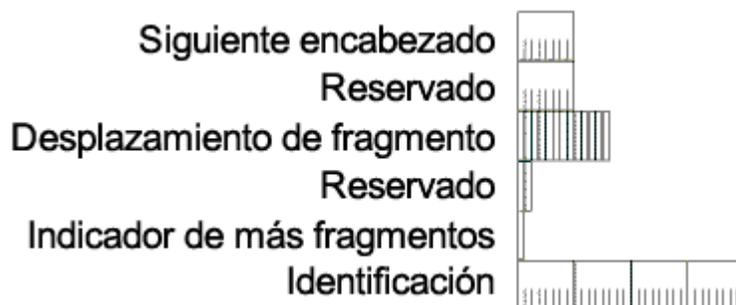


**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

<sup>30</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**2.4.6.4 Encabezado fragment (fragmento)**<sup>31</sup>. El encabezado fragment se utiliza para los servicios de re ensamblado y fragmentación de IPv6. Este encabezado se identifica por el valor 44 en el campo next header (encabezado siguiente) del encabezado anterior. En la figura 8 se muestra el encabezado fragment.

**Figura 8:** Encabezado fragment (fragmento)



**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

El encabezado fragment incluye un campo next header, un campo fragment offset (desplazamiento de fragmentos) de 13 bits, un indicador more fragments (más fragmentos) y un campo identification (identificación) de 32 bits. Los campos fragment offset e identification, y el indicador more fragments se utilizan del mismo modo que los campos correspondientes del encabezado de IPv4. Como el uso del campo fragment offset se define mediante bloques de fragmentos de 8 bytes, el encabezado fragment no se puede utilizar para las jumbo gramas de IPv6.

En IPv6, sólo los nodos de origen pueden fragmentar las cargas. Si la carga enviada por el protocolo de nivel superior es mayor que la unidad MTU de vínculo o de ruta de acceso, IPv6 fragmenta la carga en el origen y utiliza el encabezado de extensión fragment para proporcionar información de re ensamblado.

Cuando se fragmenta un paquete IPv6, se divide inicialmente en una parte que se puede fragmentar y otra parte que no se puede fragmentar.

- La parte que no se puede fragmentar del paquete IPv6 original debe ser

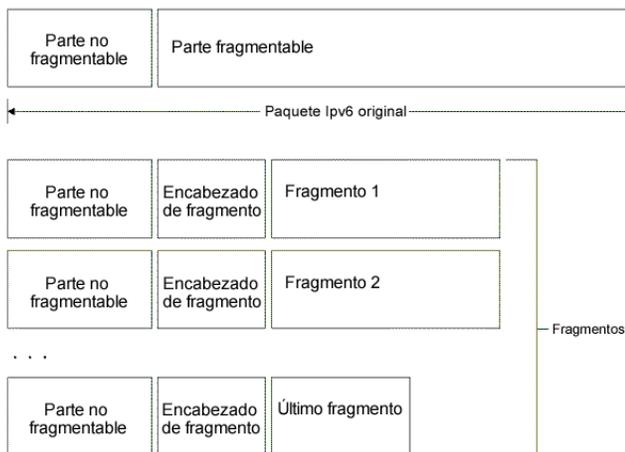
<sup>31</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

procesada por cada nodo intermedio entre el nodo de fragmentación y el destino. Esta parte consta del encabezado de IPv6, el encabezado Hop-by-Hop Options (opciones de salto a salto), el encabezado destination options (Opciones de destino) para destinos intermedios y el encabezado routing.

- La parte del paquete IPv6 original que se puede fragmentar sólo debe procesarse en el nodo de destino final. Esta parte consta del encabezado authentication, el encabezado encapsulating security payload (carga de seguridad de encapsulación), el encabezado destination options para el destino final y la unidad PDU de nivel superior.

A continuación, se forman los paquetes del fragmento de IPv6. Cada paquete de fragmento consta de la parte que no se puede fragmentar, un encabezado fragment y una porción de la parte que se puede fragmentar. En la figura 9 se muestra el proceso de fragmentación para un paquete IPv6.

**Figura 9:** Proceso de fragmentación de IPv6

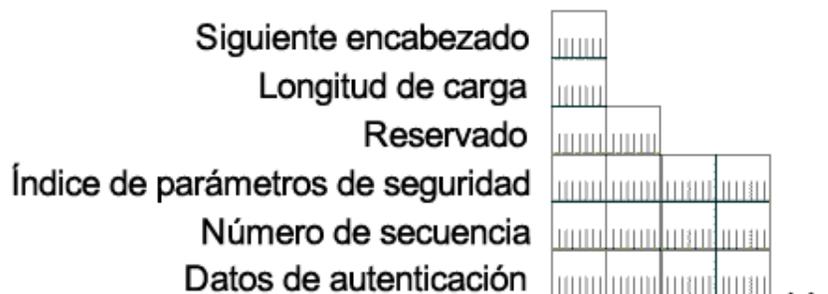


**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**2.4.6.5 Encabezado authentication (autenticación)** <sup>32</sup> . El encabezado authentication proporciona autenticación de datos (comprobación del nodo que envió el paquete), integridad de datos (comprobación de que los datos no fueron modificados en el tránsito) y protección contra reproducción (garantía de que los paquetes capturados no se pueden volver a transmitir ni ser aceptados nuevamente como datos válidos) para el paquete IPv6. El encabezado authentication, que se describe en RFC 2402, forma parte de la arquitectura de seguridad para el protocolo internet definida en RFC 2401.

El encabezado authentication se identifica por el valor 51 en el campo next header (encabezado siguiente) del encabezado anterior. En la figura 10 se muestra el encabezado authentication.

**Figura 10:** Encabezado authentication (autenticación)



**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

El encabezado authentication contiene un campo next header, un campo header length (longitud del encabezado), un campo security parameters index (SPI o índice de parámetros de seguridad) que identifica una asociación de seguridad de seguridad IP (IPSec, IP security) específica, un campo sequence number (número de secuencia) que proporciona protección contra la reproducción y un campo authentication data (datos de autenticación) que contiene un valor de comprobación de integridad (ICV, integrity check value). ICV proporciona autenticación de datos e integridad.

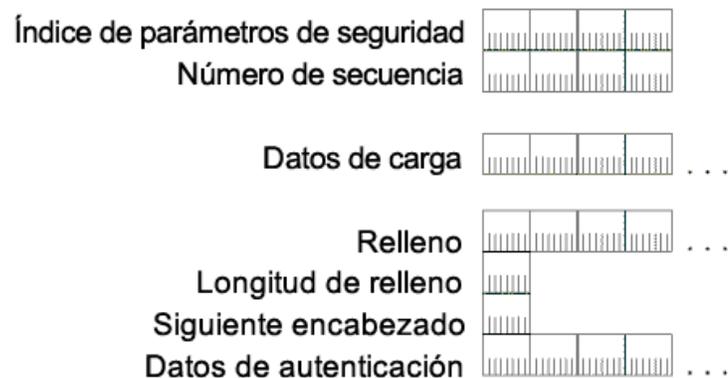
El encabezado de extensión authentication no proporciona servicios de confidencialidad mediante la encriptación de datos. Para proporcionar esta posibilidad, se puede utilizar el encabezado authentication con el encabezado encapsulating security payload (ESP o carga de seguridad de encapsulación).

<sup>32</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

**2.4.6.6 Encabezado y finalizador encapsulating security payload (ESP o carga de seguridad de encapsulación)**<sup>33</sup>. El encabezado y el finalizador encapsulating security payload (ESP) proporcionan servicios de confidencialidad de datos, autenticación de datos e integridad de datos para la carga encapsulada. En cambio, el encabezado authentication proporciona servicios de integridad y autenticación de datos para todo el paquete IPv6.

El encabezado y el finalizador ESP se identifican por el valor 50 en el campo next header (encabezado siguiente) del encabezado anterior. Como se muestra en la figura 11 el encabezado y el finalizador ESP.

**Figura 11:** Encabezado y finalizador ESP



**Fuente:** [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

El encabezado ESP contiene un campo security parameters index (SPI o Índice de parámetros de seguridad) que identifica la asociación de seguridad de IPsec y un campo sequence number (número de secuencia) que proporciona protección contra la reproducción. El finalizador ESP contiene los campos padding (relleno), padding length (longitud de relleno), next header y authentication data (datos de autenticación). El campo authentication data contiene el valor de comprobación de integridad (ICV).

## 2.5 REPRESENTACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IPv6<sup>34</sup>

Las direcciones IPv6 tienen una forma diferente de representarse a las IPv4, a continuación, se relacionan éstas:

<sup>33</sup> [http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6\\_7.html](http://dmrodriguez.50megs.com/IPV6/IPV6_7.html)

<sup>34</sup> <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc2373&lang=es>

**2.5.1 Forma hexadecimal.** Una dirección IPv6 válida es representada por valores hexadecimales, los cuales se dividen en ocho piezas de 16 bits de dirección.

x : x : x : x : x : x : x : x

**2.5.2 Forma comprimida.** Existen reglas que pueden ser aplicadas a las direcciones IPV6 con el objetivo de resumir un poco la sintaxis de las direcciones.

2001:0000:0000:1234:0000:A1A0:ABEF:0816

Puede aceptar lo siguiente:

Las letras pueden ser mayúsculas o minúsculas y las direcciones se puede escribir como:

2001:0000:0000:1234:0000:**a1a0:abef**:0816

Los “ceros” consecutivos son opcionales y se pueden representar en la dirección como:

2001:**0:0**:1234:**0**:a1a0:ABEF:0816

Los campos sucesivos de “ceros” pueden ser reemplazados por “::” y la dirección puede tomar la forma:

2001::**1234:0**:A1A0:ABEF:816

Pero, cualquier dirección que tenga más de una vez la representación “:” será una dirección inválida ya que solamente se puede usar esa representación una sola vez.

**2.5.3 Forma mixta.** Esta forma combina las direcciones IPv4 e IPv6. Una forma alternativa que a veces es más conveniente cuando se trata de un entorno mixto de nodos IPv4 e IPv6. X: x: x: x: x: x: dddd, donde las 'x' son los valores hexadecimales de las seis partes de 16 bits de orden superior de la dirección, y las 'd' son los valores decimales de las cuatro piezas de orden inferior de 8 bits de la dirección (representación estándar IPv4). Ejemplos:

0:0:0:0:0:0:13.1.68.3

0:0:0:0:0:FFFF:129.144.52.38

**O en forma comprimida:**

::13.1.68.3

::FFFF:129.144.52.38.

## 2.6 NOMENCLATURA DE LOS PREFIJOS<sup>35</sup>

La representación de los prefijos de direcciones con IPv6 es similar a la que tenemos con CIDR con IPv4, esto es: dirección-IPv6/tamaño-prefijo.

Donde dirección-IPv6 es alguna de las notaciones vistas en la sección anterior y tamaño-prefijo es un valor decimal que especifica cuantos bits de la dirección corresponden al prefijo. Por ejemplo, el prefijo de la UJI en hexadecimal es 3FFE33300002, que son 48 bits, lo podemos escribir como:

- 3FFE:3330:0002:0000:0000:0000:0000:0000/48
- 3FFE:3330:2:0:0:0:0:0/48
- 3FFE:3330:2::/48

Si se quiere escribir la dirección y el prefijo, no hace falta que se escriba los dos de forma explícita. Por ejemplo, una dirección IPv6 de la misma UJI con su prefijo asociado quedará 3FFE:3330:2:1:250:BAFF:FE7A:E67E/48.

---

<sup>35</sup> <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc2373&lang=es>

## 2.7 ARQUITECTURA DE DIRECCIONAMIENTO EN IPv6

Una dirección IPv6 puede ser clasificada en alguno de los tres tipos creados:

- Unicast: se utiliza únicamente para identificar una interface de un nodo IPv6. Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado a la interface identificada por esa dirección.
- Multicast: se utiliza para identificar a un grupo de interfaces IPv6. Un paquete enviado a una dirección multicast es procesado por todos los miembros del grupo multicast.
- Anycast: se asigna a múltiples interfaces (usualmente en múltiples nodos). Un paquete enviado a una dirección anycast es entregado a una de estas interfaces, usualmente la más cercana.

Cada uno de los tres tipos se subdivide en direcciones diseñadas para resolver casos específicos de direccionamiento IP, los cuales a continuación se presentan y describen.

- Unicast agrupa los siguientes tipos:

Enlace Local (Link-Local).  
Sitio Local (Site-Local).  
Agregable Global (Aggregatable Global).  
Loopback.  
Sin-Especificar (Unspecified).  
Compatible con IPv4.

- Anycast agrupa:

Agregable Global (Aggregatable Global).  
Sitio Local (Site Local).  
Enlace Local (Link Local).

- Multicast agrupa:

Asignada (Assigned).  
Nodo Solicitado (SolicitedNode).

**2.7.1 Unicast**<sup>36</sup>. Es una dirección para una sola interfaz. Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado sólo a la interfaz identificada con dicha dirección.

Cada dirección IPv6 pertenece a un ámbito, que es un área dentro de la cual ésta puede ser utilizada como un identificador único de una o varias interfaces.

En el caso de las direcciones unicast se podrían reflejar en ámbitos de diferentes tipos como se muestra en la figura 12.

**Figura 12:** Alcance de direcciones unicast en IPv6



**Fuente:** <https://proyectos.i-nis.com.ar/projects/4/wiki/IPv6>

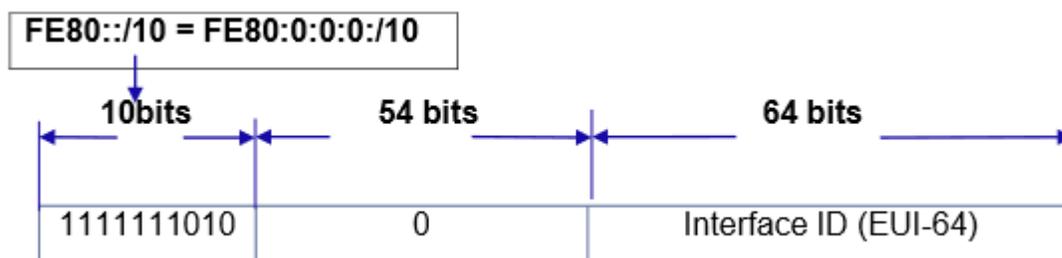
<sup>36</sup> RFC4291IP Version 6 Addressing Architecture febrero 2006

**2.7.1.1 Direcciones de enlace local (link-local)**<sup>37</sup>. En IPv6 las direcciones de enlace local han sido diseñadas para direccionar un Mismo enlace para propósitos de autoconfiguración (mediante identificadores de interfaz), descubrimiento del vecindario, o situaciones en las que no hay routers.

Por tanto, los routers no pueden retransmitir ningún paquete con direcciones fuente o destino que sean locales de enlace (su ámbito está limitado a la red local).

La estructura de las direcciones unicast de enlace local se encuentra conformada por 10 bits que identifican el prefijo, los siguientes 54 bits después de este campo deberán estar en ceros y por ultimo hay un campo que consta de 64 bits el cual se configura con la dirección MAC de cada máquina con el fin de que no se vaya a repetir ninguna dirección en la red. Como se muestra en la figura 13.

**Figura 13:** Estructura de dirección IPv6 enlace local



**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

**2.7.1.2 Direcciones de sitio local**<sup>38-39</sup>. Las direcciones locales de sitio se definen en el RFC4193, éstas permiten identificar interfaces en un mismo ‘sitio’ local u organización, sin la necesidad de un prefijo global.

Se configuran mediante un identificador de subred de 16 bits, los routers no deben transmitir fuera del sitio ningún paquete cuya dirección fuente o destino sea “local destino” (su ámbito está limitado a la red local o de la organización).

Han sido desaprobadas en el RFC 3879, debido a que, pese a quedar definidas teóricamente, en la práctica su definición es ambigua, lo que supone un problema tanto para los desarrolladores de aplicaciones como para los routers. Aunque

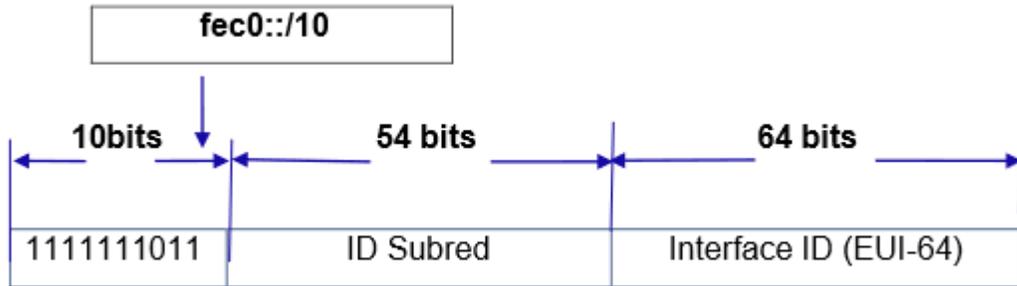
<sup>37</sup> RFC3513, Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) Abordar Arquitectura, abril 2003

<sup>38</sup> RFC 4193 Unique local direcciones IPv6 Unicast, octubre 2005

<sup>39</sup> RFC3879 Obsoleto sitio de las direcciones locales, Septiembre 2004

hayan sido desaprobadas, esto no ha impedido su uso, por lo menos hasta que se haya estandarizado el cambio y éstas hayan sido reemplazadas. Se encuentran conformadas por un formato que se muestra en la figura 14.

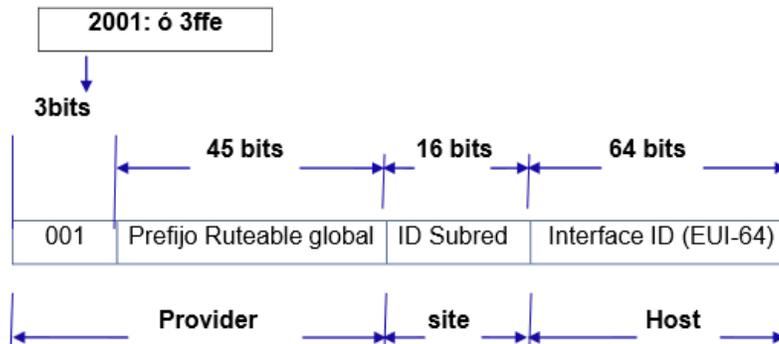
**Figura 14:** Estructura de dirección IPv6 para enrutamiento de uso local



**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

**2.7.1.3 Direcciones de enrutamiento global (global address)<sup>40-41</sup>.** El prefijo de enrutamiento global ha sido diseñado para ser estructurado jerárquicamente por los RIR's (regional internet registries) y los ISP's (internet service provider), pues son las direcciones utilizadas para el tráfico IPV6. Se encuentran conformadas por un formato que se ilustra en la Figura 15.

**Figura 15:** Estructura de dirección IPv6 para enrutamiento global



**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

<sup>40</sup> RFC 3587 Dirección de enrutamientos globales, agosto 2003

<sup>41</sup> RFC2450 Proyecto de TLA y NLA reglas de asignación, diciembre 1998

El prefijo 001 es asignado a un rango de direcciones Unicast globales agregables, éste además incluye 4 campos que permiten establecer los niveles de identificación.

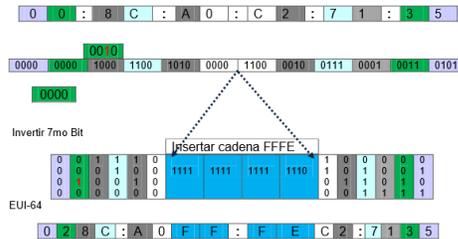
Para asignar este prefijo se utiliza la tabla de niveles de identificador de agregación (TLA) que contiene el más alto nivel de información sobre direcciones de enrutamiento y su tamaño es de 13 bits, lo cual limita el número del más alto nivel de rutas a 8192. La propuesta para la asignación de TLA está documentada en RFC 2450.

- El campo Reserved, que tiene 8 bits de longitud, está provisto para permitir la expansión más amplia de campos TLA o NLA.
- El campo próximo nivel de identificador de agregación (NLA), es usado por las organizaciones para crear una jerarquía de direccionamiento e identificar sites, su tamaño es de 24 bits.
- El identificador de la subred. El extremo de la red puede ser dividido en subredes. Esta parte de la dirección sirve para identificar las subredes individuales.

**2.7.1.4 Identificador de interfaz–(EUI-64).** Los identificadores de interfaz en las direcciones IPV6 unicast se utilizan para identificar interfaces en un determinado enlace. Se encuentra definido en el RFC3513.

Para las direcciones unicast en IPV6 las “interface ID” deben de ser de 64 bits, por lo que, para convertir una dirección de enlace IEEE 802 48-bit MAC se requiere de la conversión de la dirección MAC en una versión modificada EUI-64, que está relacionada con el séptimo bit del identificador de 64 bits. Este bit distingue identificadores globales (en todo el mundo unicast). El valor de este bit se invierte en las direcciones IPv6. El valor 0 de este bit indica una identificación local, mientras que un valor de 1 indica una identificación global. Además, se inserta el valor entre el tercero y cuarto byte de la dirección MAC para alcanzar los 64 bits necesarios. Por ejemplo, la dirección MAC 00:8 C: a0: c2: 71:35 se convierte a la interfaz 028c ID: a0ff: FEC2: 7135 (la conversión se ilustra en la Figura 16).

**Figura 16:** Conversión dirección MAC de 48 bits a 64 bits. (Identificador de Interfaz)



**Fuente:** [http://generalidadesipv6.blogspot.com/2009\\_11\\_01\\_archive.html](http://generalidadesipv6.blogspot.com/2009_11_01_archive.html)

### 2.7.1.5 Direcciones reservadas<sup>42</sup>. Se dividen en las siguientes:

- **Dirección no especificada**

La dirección 0:0:0:0:0:0:0:0 toma como nombre dirección no especificada, de forma abreviada se representa “0::0” o “::”. Nunca debe ser asignada a ningún nodo, pues indica la ausencia de una dirección. Un ejemplo de uso de esta dirección es en el campo dirección origen de un paquete IPv6 enviado por un host durante su proceso de inicialización, antes de que haya obtenido su propia dirección.

La dirección de no especificada no puede ser usada como dirección origen para paquetes salientes, y un paquete con la dirección no especificada como destino nunca puede ser enviado fuera del nodo ni debe ser encaminado por los routers.

- **Dirección loopback o dirección de bucle invertido.**

La dirección unicast 0:0:0:0:0:0:0:1, se define como dirección loopback, ésta puede ser utilizada por un nodo destino para el envío de un paquete IPV6 a sí mismo.

La dirección loopback no debe ser utilizada como fuente de la dirección en Paquetes IPV6 que se envían fuera de un solo nodo. Un paquete IPV6 con una dirección de destino de loopback nunca debe ser enviado fuera de un solo nodo y nunca debe ser remitido por un router IPV6.

<sup>42</sup> Belén Aldecoa Sánchez del Río-Luis Alberto Ramón Surutusa. Redes de Banda Ancha IPV6.pag 53.

**2.7.2 Anycast**<sup>43</sup>. Una dirección anycast es un identificador que se asigna a múltiples interfaces (típicamente pertenecen a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección

Anycast es entregado en una (cualquiera) de las interfaces identificadas con dicha dirección (la más próxima, de acuerdo a las medidas de distancia del protocolo de encaminamiento). Nos permite crear, por ejemplo, ámbitos de redundancia, de forma que varias máquinas puedan ocuparse del mismo tráfico según una secuencia determinada (por el routing) si la primera “cae”.

Una dirección anycast es difícil de distinguir. No hay un rango de espacio dedicado a este tipo de direcciones, pues ocupan el mismo rango de direcciones Unicast. La configuración local es responsable de identificación de las direcciones de difusión ilimitada.

El uso de este tipo de direcciones es brindar una identificación a un conjunto de Routers que pertenecen a una organización que proporciona los servicios de internet, o para identificar un conjunto de routers conectados a una red particular.

Las direcciones Anycast no deben de ser utilizadas como una dirección de origen de un paquete IPV6, son rangos que son asignados por el administrador de la red proveedor de servicios, para uso exclusivo de identificación de los router y no para asignación del host.

**2.7.3 Multicast**<sup>44</sup>. Se define en el RFC3513, este tipo de direcciones cumple como un Identificador para un conjunto de interfaces (por lo general pertenecientes a diferentes nodos).

Un paquete enviado a una dirección multicast es entregada a todas las interfaces identificadas por dicha dirección. La misión de este tipo de paquetes es evidente: aplicaciones de retransmisión múltiple (Broadcast), teniendo en cuenta que para IPV6 no existen direcciones de Broadcast, las funciones son realizadas por direcciones multicast. En la Tabla 1 se ilustra el número de direcciones Multicast Reservadas y nunca serán asignadas a ningún grupo.

---

<sup>43</sup> <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc4291&lang=es>

<sup>44</sup> RFC3513, Protocolo de Internet versión 6 (IPV6) Abordar Arquitectura, abril 2003

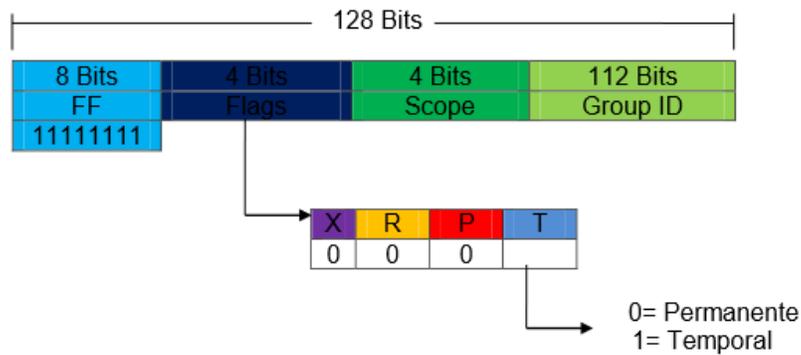
**Tabla 1:** Direcciones multicast reservadas

Direcciones Multicast Reservadas
FF00:0:0:0:0:0:0:0
FF01:0:0:0:0:0:0:0
FF02:0:0:0:0:0:0:0
FF03:0:0:0:0:0:0:0
FF04:0:0:0:0:0:0:0
FF05:0:0:0:0:0:0:0
FF06:0:0:0:0:0:0:0
FF07:0:0:0:0:0:0:0
FF08:0:0:0:0:0:0:0
FF09:0:0:0:0:0:0:0
FF0A:0:0:0:0:0:0:0
FF0B:0:0:0:0:0:0:0
FF0C:0:0:0:0:0:0:0
FF0D:0:0:0:0:0:0:0
FF0E:0:0:0:0:0:0:0
FF0F:0:0:0:0:0:0:0

**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

Las direcciones Multicast en IPV6 se identifican por el prefijo ff00:: / 8. Así que cada dirección de multidifusión se inicia con "ff", que los hace fáciles de distinguir. El octeto siguiente a la inicial obligatoria "ff" contiene cuatro banderas y un valor de 4 bits que define el alcance de multidifusión, como se muestra en la figura 17.

**Figura 17:** Estructura de una dirección multicast IPv6



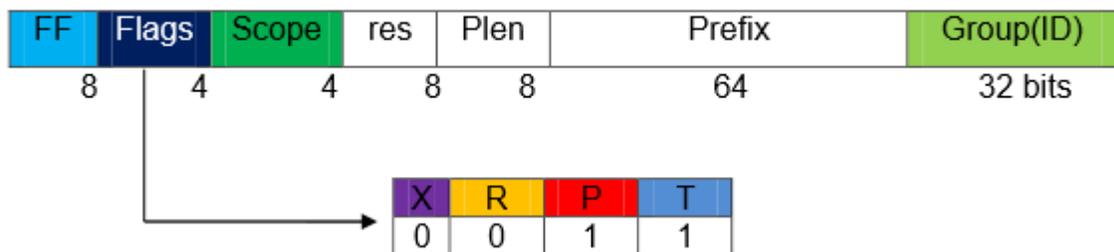
**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

El campo flags contiene cuatro flags (banderas) de 1 bit. Los 3 bits de las banderas más significativas están reservados para uso futuro y son inicializados en cero. La bandera T como se describe en el RFC 3513, indica si la dirección de multicast es permanente (valor 0) o transitoria (valor 1).

En el caso de las direcciones transitorias (valor 1), éstas se clasifican en:

- Direcciones generales transitorias: Son las direcciones con todas las Banderas a 0, pero el T bit con valor 1. Este tipo de direcciones se pueden utilizar para sesiones de pruebas.
- Prefijo basado en direcciones unicast para IPv6: Ver en la figura 18. Se caracterizan por tener las dos primeras banderas en cero y la bandera P y T se definen en 1. El RFC 3306 [RFC3306]<sup>45</sup> define una manera de obtener direcciones de este tipo.

**Figura 18:** Estructura de direcciones IPv6 multicast (prefijo basado en direcciones unicast)

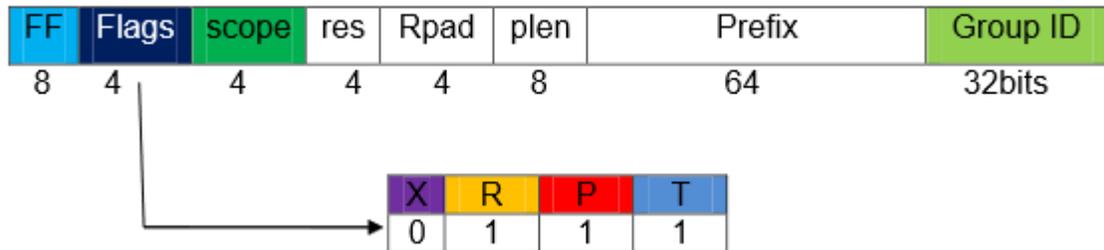


**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

<sup>45</sup> RFC 3306 Unicast-Prefijo basado en direcciones IPv6 Multicast, agosto 2002

- Direcciones incorporadas (punto de encuentro (RP)): El RFC 3656 [RFC3656]<sup>46</sup> define una manera de integrar RP (Rendezvous Point). El problema se reduce con la asignación de direcciones de RP incorporado porque no puede haber una colisión sólo entre las direcciones derivadas del mismo RP. Ver en la figura 19.

**Figura 19:** Estructura de una dirección multicast en IPv6-incorporado (RP)



**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

El campo de posibilidades hace que sea posible controlar el alcance de la emisión deseada con mucha facilidad. Esto fue hecho en IPv4 con el valor TTL. El campo de alcance tiene un impacto importante en el proceso de asignación, ya que tiene que ser especificado para cada asignación. Ver cuadro 1.

**Cuadro 1:** Posibilidades campo scope

Scope o alcance	Significado
0	Reservado
1	Alcance de Nodo local
2	Alcance de link local
3	Sin Asignar
4	Administración de ámbito local
5	Alcance local del sitio
6	Sin Asignar
7	Sin Asignar
8	Alcance de organización local
9	Sin Asignar
A	Sin Asignar
B	Sin Asignar
C	Sin Asignar
D	Sin Asignar
E	Alcance Global
F	Reservado

<sup>46</sup> RFC3656 Rendezvous Point, Diciembre 2003

**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

Los restantes 112 bits de la dirección de multidifusión mantienen la identificación del grupo. Si en el bit T-bandera conjunto, el identificador es válido dentro de su ámbito de aplicación solamente, esto significa que el mismo identificador puede utilizarse fuera del alcance o de diferente alcance para hacer frente a otro grupo. Si la dirección no es transitoria, la dirección es independiente del ámbito de aplicación. Su significado sigue siendo el mismo y el alcance sólo limita la propagación del subgrupo de participantes. Definiciones adicionales de la estructura exterior del grupo de multidifusión ID se proporcionan en [RFC3306].

Por ejemplo, el grupo (permanente) identificador 101 (hexadecimal) se ha asignado a todos los servidores NTP. Si alguien envía un datagrama dirigido a este grupo, los alcances de las direcciones tendrán el siguiente significado. Como se muestra en la Figura 20.

**Figura 20:** Significado de los alcances de las direcciones

FF01:: 101 - todos los servidores NTP en la misma interfaz  
FF02:: 101 - todos los servidores NTP en el mismo enlace  
ff0e:: 101 - todos los servidores NTP en toda la Internet

**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

El alcance es un principio innovador que ofrece un mecanismo para restringir la distribución de multidifusión. El tiempo de vida de datagrama (TTL) se utiliza en IPv4 para resolver el mismo problema. La parte correspondiente de la dirección que define el ámbito de la red, en la distribución no podrá ser superior-los datagramas no pueden cruzar el límite de su ámbito de aplicación. Por ejemplo, puede estar seguro de que los datagramas dirigidos ff02: nunca saldrá de la red física a la que se han enviado.

Algunas direcciones de multidifusión son reservadas, tiene significado predefinido.

Otras son simplemente prohibidas, al igual que las direcciones que contengan todos los grupos de identificador cero y una bandera de T en cero. El RFC 3513 define el significado de algunas direcciones de multidifusión, de hecho, sustituciones de las emisiones anteriores. Éstas permiten el envío de paquetes a todos los nodos o routers dentro de un ámbito determinado. Como se muestra en la Figura 21.

### Figura 21: Direcciones de multidifusión

FF01:: 1 - todos los nodos en la misma interfaz  
FF02:: 1 - todos los nodos en el mismo enlace (capa 2 de red)  
FF01:: 2 - todos los routers en la misma interfaz  
FF02:: 2 - todos los routers en el mismo enlace  
FF05:: 2 - todos los routers en el mismo sitio

**Fuente:** <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3513&lang=es>

Otro tipo de dirección multicast, es de nodo solicitado, ésta facilita la consulta eficaz de los nodos de la red durante la resolución de direcciones. IPv6 utiliza el mensaje de solicitud de vecino para efectuar la resolución de direcciones. Sin embargo, en lugar de utilizar la dirección para todos los nodos de ámbito local del vínculo como destino del mensaje de solicitud de vecino, que afectaría a todos los nodos IPv6 del vínculo local, se utiliza la dirección de multidifusión de nodo solicitado. La dirección de multidifusión de nodo solicitado consta del prefijo FF02::1:FF00:0/104 y los últimos 24 bits de la dirección IPv6 que se esté resolviendo.

El resultado de utilizar la dirección de multidifusión de nodo solicitado es que la resolución de direcciones, que suele producirse en un vínculo, no necesita utilizar un mecanismo que afecte a todos los nodos de la red. De hecho, son muy pocos los nodos que se ven afectados durante la resolución de direcciones. En la práctica, debido a la relación entre la dirección MAC de Ethernet, el Id. de interfaz IPv6 y la dirección de nodo solicitado, ésta actúa como una dirección de pseudounidifusión para lograr una resolución de direcciones muy eficaz.

## CAPÍTULO III

### 3.1 NORMATIVIDAD

Con el objetivo de cumplir con la innovación tecnológica que exige el país, las entidades del estado deben entrar en el proceso de transición del protocolo IPv4 hacia el nuevo protocolo IPv6 siguiendo las instrucciones descritas en la Circulares, decretos, manuales, resoluciones y demás guías establecidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que busca promover la adopción de IPv6 en Colombia; Las cuales abordaremos en este capítulo.

**3.1.1 Circular 0002 del 06 de julio de 2011.** Esta circular se basa en la “**PROMOCIÓN DE LA ADOPCIÓN DE IPV6 EN COLOMBIA**”, haciendo énfasis a las medidas necesarias para garantizar el máximo aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el desarrollo de sus funciones.

Las principales indicaciones de esta son:

- “En el campo de infraestructura, se debe tener en cuenta el IPv6 dentro de la estrategia de Gobierno en Línea.
- Los sitios web, servicios y aplicaciones deben estar preparadas con IPv6.
- Las entidades deben definir un plan de transición para la adopción del IPv6 en coexistencia con IPv4.
- Como criterio transversal se tiene en cuenta, si la entidad implementa un plan de transición para la adopción del IPv6 en coexistencia con IPv4.

- Para las nuevas compras de TIC, las aplicaciones, equipos y sistemas, estén diseñados bajo IPv6 nativo con soporte o compatibilidad total IPv4.
- En las licitaciones se incluye que, “los equipos de TIC (hardware y software), aplicaciones, plataformas TIC, Páginas Web y servicios prestados a través de TIC, deben adquirirse diseñados e implementarse sobre el Protocolo IPv6 nativo con compatibilidad o soporte IPv4; argumentando los RFCs concretos del IETF88 y demás normas que determinan con sencillez y claridad esta compatibilidad<sup>89</sup>. De ser necesario, para garantizar esta convivencia deberán implementar mecanismos de transición en especial el Dual Stack”.
- Sobre infraestructura, “por tal motivo, deberán diseñar, adquirir y montar sus plataformas TIC, aplicaciones y servicios WEB con IPv6 nativo en convivencia con IPv4. De ser necesario, implementaran mecanismos de transición entre IPv6 con soporte IPv4.”
- Con respecto a la usabilidad, “la entidad genera planes de adopción y apropiación de las nuevas tendencias tecnológicas en materia de Internet, intranet, estándares, conectividad, inter conectividad, seguridad y plataformas TIC (Plan de Implementación del IPv6)”.<sup>47</sup>

**3.1.2 Decreto 2573 del 2014 y los manuales de gobierno en línea versión 3.0 y versión 3.1.** Los siguientes son los decretos más representativos para el manejo de IPv6.

**3.1.2.1 Decreto 2573 del 2014.** “Por el cual se establecen los lineamientos generales de la estrategia de gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones”. Como se muestra en la figura 22.

---

<sup>47</sup> Rafael Ignacio Sandoval Morales, *Ibídem*, Pg. 4

**Figura 22:** Sujetos obligados del orden nacional

Componente / Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC PARA SERVICIOS	90%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%
TIC para el Gobierno Abierto	90%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%
TIC para la Gestión	25%	50%	80%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%
Seguridad y Privacidad de la Información	40%	60%	80%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%

**Fuente:** [http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-14673\\_documento.pdf](http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-14673_documento.pdf)

**3.1.2.2 Manual de gobierno en línea versión 3.0.** Sus principales características son:

- Adopta plenamente IPv6
- La entidad en su oferta – infraestructura
- Licitaciones y compras del Estado
- Plan de transición a IPv6
- Se busca dual stack – IPv6 nativo
- Niveles básico y avanzado
- Usabilidad - nuevas TIC

**3.1.2.3 Manual de gobierno en línea versión 3.1.** El manual de gobierno en línea se compone de tres fases las cuales se describen a continuación:

- **Planeación (1%):** La entidad define su plan de transición de IPv4 a IPv6 en coordinación con lo que defina el MINTIC.
- **Implementación (3%):** La entidad inicia la transición al protocolo IPv6 en convivencia con IPv4. Esta actividad debe iniciar a más tardar en 2013.
- **Monitoreo (1%):** La entidad monitorea, evalúa y v.3,0 mejora la adopción de Ipv6.

**3.1.3 Reglamentación aplicable de la comisión de regulación de comunicaciones (resoluciones 3101, 3502, 3066 y 3067).** Las principales características son:

- Se debe preservar la interoperabilidad de plataformas, servicios y/o aplicaciones y el interfuncionamiento de redes e interoperabilidad de redes.
- Principio de No restricción.
- Neutralidad en Internet
- Establece el derecho de los usuarios a utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación o servicio legal a través de Internet
- Los proveedores que ofrezcan acceso a Internet que, no podrán bloquear el acceso a páginas Web o el uso de aplicaciones en la red, y deben garantizar la seguridad de la red y la integridad del servicio.

**3.1.4 Decreto 2482 de 2012.** Sus principales características son

- Metodología para la implementación del Modelo Integrado de Planeación y Gestión
- Revisión de plan de ajustes tecnológicos
- Elaboración del protocolo de implementación de IPv6
- Implementación de un sistema de gestión de seguridad de información
- Implementación del servicio intercambio de información

**3.1.5 Guías.** Son guías técnicas que presentan un modelo de referencia para orientar a los directores, ingenieros y técnicos de TI como formular y ejecutar un plan de transición.

- Guía de transición de IPv4 a IPv6 para Colombia
- Guía para el aseguramiento del protocolo IPv6

## CAPÍTULO IV

### 4.1 METODOLOGÍA PARA LA MIGRACIÓN A IPV6

En Colombia se estableció promover la adopción de IPv6, mediante herramientas normativas y técnicas que permitan la adopción en las entidades del Estado, basadas en el diagnóstico de la situación actual, el plan de intervención y la forma que impacta sobre las infraestructuras de TI de cada organización en Colombia dada en tres fases:

**4.1.1 Fase I, planeación de IPv6<sup>48</sup>**. La fase de planeación representa una etapa crítica e importante del proceso de transición por cuanto comienza con el plan de diagnóstico de la infraestructura de TI de las Entidades. Las siguientes son las actividades a tener en cuenta en esta fase:

- Elaborar y validar el inventario de activos de información de servicios tecnológicos de las entidades y su interrelación entre ellos. Para esta actividad se requiere desarrollar y mantener el inventario de hardware y software, identificando claramente cuáles equipos soportan IPv6, cuales requieren actualizarse y cuáles no soportan el nuevo protocolo, dejando la respectiva documentación en constancia al momento de optar hacia IPv6.
- Analizar, diseñar y desarrollar el plan de diagnóstico del protocolo IPv4 a IPv6 en la red de las entidades del estado.
- Identificar la topología actual de la red y su funcionamiento dentro de la organización.

---

<sup>48</sup> [http://www.mintic.gov.co/gestioniti/615/articles-5482\\_Guia23\\_Transicion\\_IPV4\\_IPV6.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestioniti/615/articles-5482_Guia23_Transicion_IPV4_IPV6.pdf)

- Evaluar el grado de afinamiento del protocolo IPv6 a nivel de hardware y software con miras a preparar la nueva infraestructura de red de las entidades.
- Generar el plan detallado del proceso de transición de esta fase hacia IPv6.
- Planear la migración de los siguientes servicios tecnológicos: Servicio de Resolución de Nombres (DNS), Servicio de Asignación Dinámica de Direcciones IP (DHCP), Directorio Activo, Servicios WEB, Servidores de Monitoreo, Validación del Servicio de Correo Electrónico, Validación del Servicio de la Central Telefónica, Servicio de Backups, Servicio de Comunicaciones Unificadas e Integración entre Sistemas de Información; así mismo revisar los procedimientos de implementación de estos servicios y las aplicaciones identificadas en esta fase, con base en los estándares de la RFC3 de IPv6. 3 RFC: "Request For Comments" Solicitud de Comentarios: para documentar requerimientos técnicos
- Validar el estado actual de los sistemas de información, los sistemas de comunicaciones y evaluar la interacción entre ellos cuando se adopte el protocolo IPv6.
- Dentro del proceso de diagnóstico presentar cuales equipos de computación y de comunicaciones soportan IPv6 (IPv6-ready o IPv6-web), cuales requieren actualizarse y cuáles no se pueden implementar a IPv6.
- Identificar la configuración y los esquemas de seguridad de la red de comunicaciones y sistemas de información.
- Se recomienda revisar las políticas de enrutamiento para IPv6 entre los segmentos de red internos, de tal manera que el tráfico IPv6 generado internamente este plenamente controlado a través de zonas desmilitarizadas desde el firewall respectivo de cada entidad.
- Para la construcción del plan de diagnóstico, que es el pilar fundamental de esta fase I, se requiere la realización de una validación previa de la infraestructura tecnológica que permita medir el grado de avance en la adopción del protocolo IPv6 en las Entidades; dentro de dicha validación es necesario revisar el grado de compatibilidad del protocolo IPv6 con la infraestructura de las entidades de tal manera que la información recogida de esta tarea sea insumo para la acometida de la segunda fase que es la implementación de IPv6.
- Establecer el protocolo de pruebas para la validación de aplicativos, equipos

de comunicaciones, plan de seguridad y coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6 por cada Entidad.

- Establecer los acuerdos de confidencialidad que sean necesarios sobre el tratamiento de la información ante terceros.
- Capacitar a funcionarios de las Áreas de TI de las Entidades de conformidad con los planes de capacitación establecidos, en el protocolo IPv6 y establecer la sensibilización a las personas de toda la organización a fin de dar a conocer el nivel de impacto del nuevo protocolo.

**4.1.2 Fase II, implementación del protocolo IPv6<sup>49</sup>.** La fase de implementación debe cubrir las siguientes actividades:

- Habilitar el direccionamiento IPv6 para cada uno de los componentes de hardware y software de acuerdo al plan de diagnóstico de la primera Fase del proceso de transición de IPv4 a IPv6 y teniendo en cuenta el inventario de los activos de información de cada una de las Entidades del Estado.
- Realizar el montaje, ejecución y corrección de configuraciones del piloto de pruebas de IPv6, simulando el comportamiento de la red de comunicaciones, agregando carga, servicios y usuarios finales tanto internos como externos, pruebas realizadas sobre el procedimiento de IPv6 usando la metodología en Doble Pila; así mismo revisar dicho comportamiento de la red IPv6 para usuarios finales tanto internos como externos.
- Aplicar el modelo de transición de IPv6 en la red de la Entidad, permitiendo la coexistencia con los protocolos tanto IPv4 como IPv6 y la transición en doble pila.
- Realizar el diseño de la nueva topología de la red con base en los lineamientos del nuevo protocolo IPv6 en modalidad de doble pila; esta técnica permite que tanto los servicios de IPv4 como los servicios de IPv6 deben estar funcionando de manera independiente pero coexistente dentro de las Entidades
- Validar la funcionalidad de los siguientes servicios y aplicaciones de las Entidades sobre IPv6: Servicio de Resolución de Nombres (DNS), Servicio de Asignación Dinámica de Direcciones IP (DHCP), Directorio Activo, Servicios WEB, Servidores de Monitoreo, Validación del Servicio de Correo Electrónico,

---

<sup>49</sup> [http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482\\_Guia23\\_Transicion\\_IPV4\\_IPV6.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482_Guia23_Transicion_IPV4_IPV6.pdf)

Validación del Servicio de la Central Telefónica, Servicio de respaldo, Servicio de Comunicaciones Unificadas, Servicios VPN, Integración entre Sistemas de Información, Sistemas de Almacenamiento, Servicios de administración de red.

- Activar las políticas de seguridad de IPv6 en los equipos de seguridad y comunicaciones que posea cada entidad (Servidores AAA, firewalls, NAC, y equipos perimetrales de conformidad con los RFC de seguridad en IPv6, se sugiere revisar los RFC de seguridad en IPv6 asociados.
  
- Trabajar en coordinación con el (los) proveedor (es) de servicios de Internet para establecer la conectividad integral en IPv6 desde el interior de las redes LAN, hacia el exterior de las redes WAN a fin de garantizar que las entidades puedan generar tráfico de IPv6 normalmente.

**4.1.3 Fase III, pruebas de funcionalidad de IPv6<sup>50</sup>.** Las pruebas de funcionalidad de esta fase deben cubrir las siguientes actividades:

- Realizar las pruebas y monitoreo de la funcionalidad de IPv6 en los sistemas de información, sistemas de almacenamiento, sistemas de comunicaciones y servicios de la Entidad en un ambiente que permita empezar a generar tráfico de IPv6 de la entidad hacia Internet y viceversa.
- Realizar las pruebas de funcionalidad del nuevo protocolo frente a las políticas de seguridad perimetral, de servidores de cómputo, servidores de comunicaciones y equipos de comunicaciones.
- Al momento de las pruebas de funcionalidad se debe realizar el afinamiento de las configuraciones de hardware, software y servicios de las Entidades, con base en la información resultante de la fase II.
- Elaborar un inventario final de servicios, aplicaciones y sistemas de comunicaciones bajo el nuevo esquema de funcionamiento de IPv6.

---

<sup>50</sup> [http://www.mintic.gov.co/gestioniti/615/articles-5482\\_Guia23\\_Transicion\\_IPV4\\_IPV6.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestioniti/615/articles-5482_Guia23_Transicion_IPV4_IPV6.pdf)

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS DEL IMPACTO

#### Introducción

En este capítulo se describirá mediante un análisis la situación actual e impacto que se producirá en las entidades del distrito capital, durante la adopción de IPv6.

Igualmente se analiza el grado de cumplimiento de los acuerdos Ministeriales que se dictaron para cumplir con la transición a IPv6.

#### **5.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA PARA DETERMINAR LA SITUACIÓN ACTUAL EN LAS ENTIDADES DEL DISTRITO CAPITAL GESTIONADAS POR LA ALTA CONSEJERÍA DE LAS TIC**

Con la encuesta realizada se podrá establecer la situación actual del proceso de adopción y su impacto en las entidades del Distrito Capital gestionadas desde la alta consejería para las TIC, en donde se analizó el conocimiento y capacitación que tienen los empleados frente a este protocolo, de igual forma si están preparados para implementar ipv6, y si están realizando dicha transición aplicando la normatividad vigente frente a la migración de ipv6.

Para analizar el **conocimiento y capacitación** de los empleados frente al protocolo ipv6, se analizan las preguntas 1, 2, 3, 12 y 13 de las cuales nos indican el grado de conocimiento que tiene los funcionarios de las entidades encuestadas frente al protocolo; de igual forma si estas han capacitado a su personal frente al mismo teniendo en cuenta la normatividad dada por el ministerio de las TICS.

Para analizar si están **preparados para la implementación de ipv6**, se trabajó sobre las preguntas 4, 5, 6, y 7 de la encuesta; con las cuales, podemos determinar si las entidades vigiladas por la alta consejería de las tics, han empezado a adquirir equipos tics para la transición; de igual forma, conocer el tiempo que tardarían para realizar la transición o si no considera necesario realizarla incumpliendo la normatividad dada por el MINTIC.

Para analizar si ya **inicio el proceso de transición**, se analizaron las preguntas 8, 9,10 y 11; con estas podemos determinar en qué fase se encuentra las entidades encuestadas y de igual forma en cuales de las subfases están y el grado de cumplimiento en la normatividad.

## 5.2 VARIABLES DE LA MUESTRA

Para llevar a cabo esto se recopiló los datos de 19 entidades del Distrito Capital la cual corresponde al 79% de los entes gestionada por la Alta Consejería de las TIC.

El tamaño de la muestra fue de 19 entidades, de los cuales 12 fueron secretarías y 7 institutos todas estas gestionadas por la Alta Consejería de las TIC.

### Pregunta No 1

Señale el nivel de conocimiento que tiene acerca del IPV6. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 2 y Figura 23.

**Cuadro 2:** Análisis de resultados pregunta No 1

<b>Señale el nivel de conocimiento que tiene acerca del IPV6</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Conozco bien el IPV6 o lo he utilizado	1	8	42%
Conozco poco acerca de IPV6	2	9	47%
He escuchado el término, pero no sé lo que significa	3	0	0%
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>

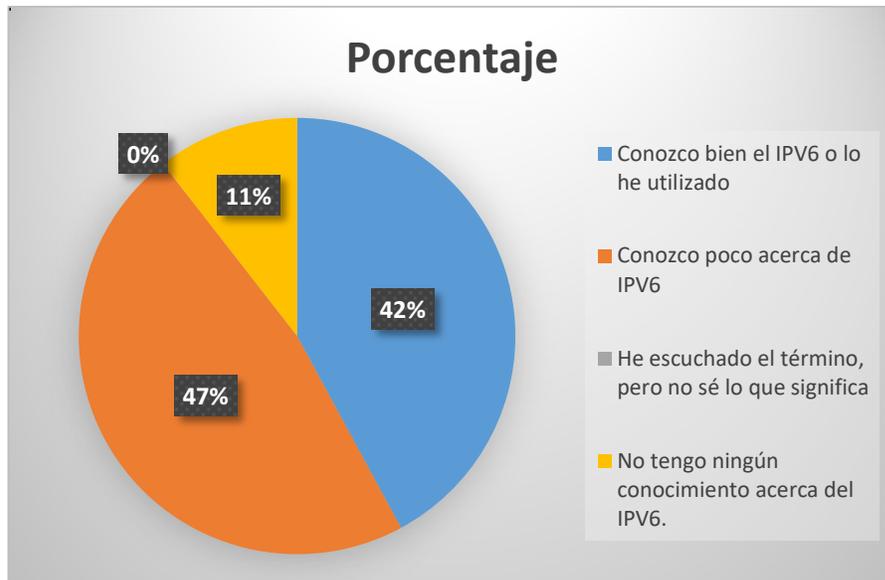
**Fuente:** Autor

**Cuadro 2:** (continuación)

No tengo ningún conocimiento acerca del IPV6.	4	2	11%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 23:** Análisis de resultados pregunta No 1



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 2 nos demuestra que, de un total de 19 entes gestionados por la Alta Consejería de las TIC, el 47% conocen poco acerca de IPv6, el 42% conocen bien el protocolo IPv6 o la han utilizado y el 11% no tiene ningún conocimiento acerca de IPv6

**Recomendación:** Los entes del Estado deberán contratar personal con conocimiento en IPv6, esto con el fin de impartir instrucciones a sus colegas y poder avanzar de manera acertada en la implementación del mismo.

El personal a contratar debe poseer cualquiera de estos títulos Gerente de Proyectos, Ingeniero de Seguridad, Ingeniero de Redes, Ingeniero de Comunicaciones, Ingeniero de Aplicaciones.

**Estrategia:** Adquirir destrezas por medio de escenarios de pruebas donde se observe cada una de las fases que componen la migración a IPv6 y de esta manera familiarizarse con el proceso.

**Pregunta No 2**

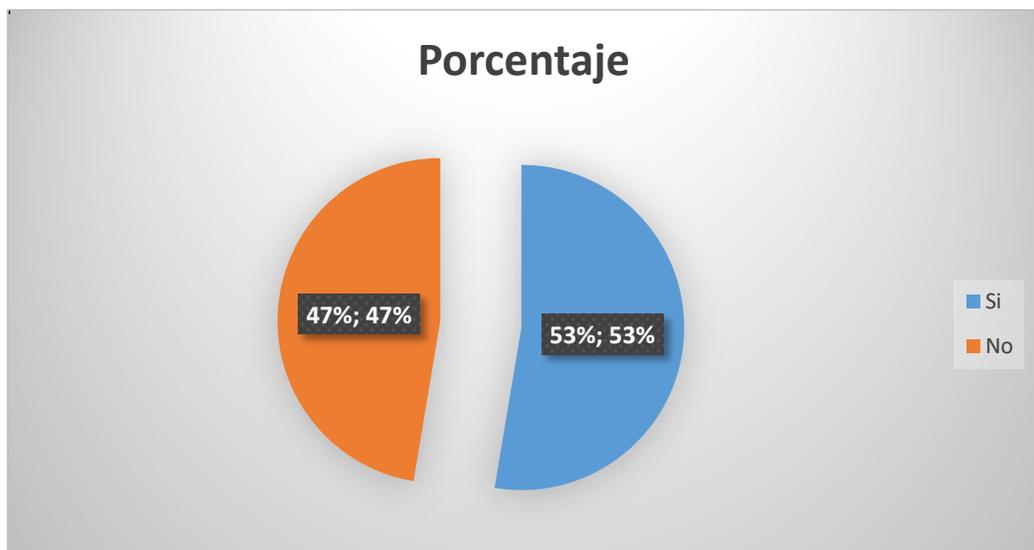
¿A recibido alguna capacitación, talleres por parte del MINTIC o de su Entidad, frente al protocolo ipv6? Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 3 y Figura 24.

**Cuadro 3:** Análisis de resultados pregunta No 2

¿A recibido alguna capacitación, talleres por parte del MINTIC o de su Entidad, frente al protocolo ipv6?			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	10	53%
No	2	9	47%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 24:** Análisis de resultados pregunta No 2



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 3 nos demuestran que el 47% no han recibido capacitación por parte del MINTIC o su Entidad, y el 53% poseen capacitación sobre el protocolo IPv6.

**Recomendación:** Implementar capacitaciones, talleres, seminarios, cursos y diplomados frente al protocolo IPv6.

**Estrategia:** Diseñar cronogramas de capacitaciones donde se estipulen los temas (funcionalidad, aplicabilidad, componentes técnicos) y la intensidad en cada uno de ellos, para de esta manera poder nivelar todas las Entidades que se encuentran a cargo de la Alta Consejería de la TIC.

### Pregunta No 3

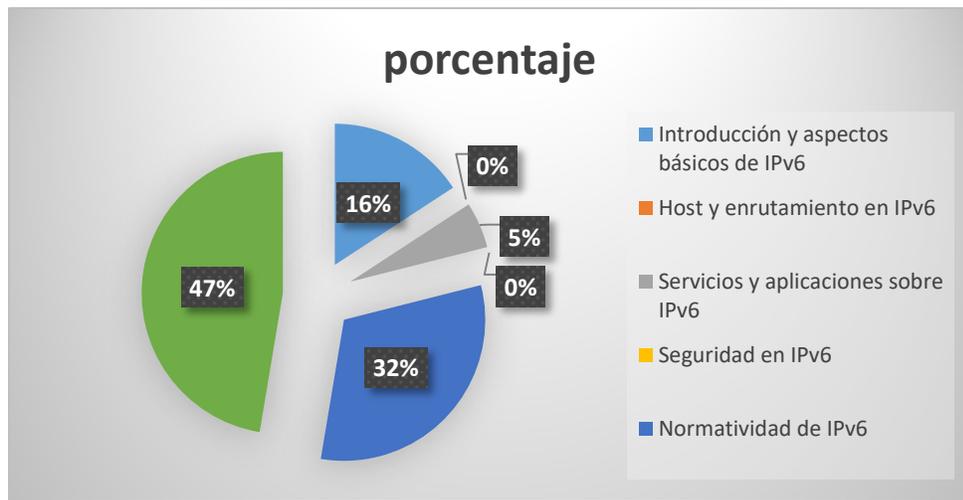
¿En cuál de los siguientes temas usted ha recibido capacitación frente a ipv6? Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 4 y Figura 25.

**Cuadro 4:** Análisis de resultados pregunta No 3

<b>¿En cuál de los siguientes temas usted ha recibido capacitación frente a ipv6?</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Introducción y aspectos básicos de IPv6	1	3	16%
Host y enrutamiento en IPv6	2	0	0%
Servicios y aplicaciones sobre IPv6	3	1	5%
Seguridad en IPv6	4	0	0%
Normatividad de IPv6	5	6	32%
Ninguna de las anteriores	6	9	47%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 25:** Análisis de resultados pregunta No 3



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 4 nos demuestra que el 16% han recibido capacitación acerca de la Introducción y aspectos básicos de IPv6, el 5% sobre Servicios y aplicaciones sobre IPv6, el 32% sobre Normatividad de IPv6 y el 47% no ha recibido ningún tipo de capacitación.

**Recomendación:** El MINTIC y las entidades deben enfocar sus programas de capacitación en otros aspectos diferentes a la parte normativa, para de esta manera lograr equilibrio en cada uno de los temas que abarca el protocolo IPv6.

**Estrategia:** Realizar test de pruebas que permitan conocer el nivel de conocimiento de los Ingenieros TI de acuerdo a los resultados arrojados, programar capacitaciones dirigidas en las falencias evidenciadas.

#### **Pregunta No 4**

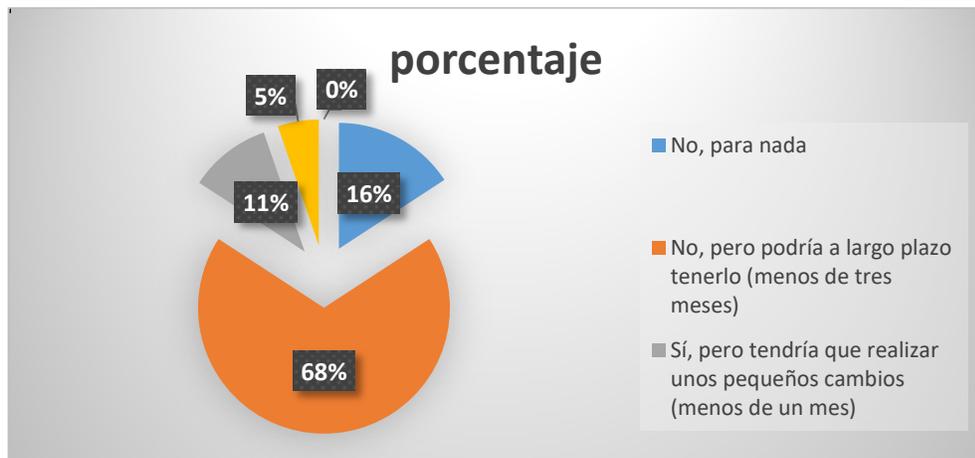
¿Tiene su hardware y software preparado para IPV6? Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 5 y Figura 26.

**Cuadro 5:** Análisis de resultados pregunta No 4

¿Tiene su hardware y software preparado para IPV6?			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
No, para nada	1	3	16%
No, pero podría a largo plazo tenerlo (menos de tres meses)	2	13	68%
Sí, pero tendría que realizar unos pequeños cambios (menos de un mes)	3	2	11%
Sí, tengo todo lo necesario	4	1	5%
Si, puedo empezar a utilizarlo ya o ya lo he utilizado	5	0	0%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 26:** Análisis de resultados pregunta No 4



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos arrojados en el cuadro 5 se tiene que el 68% No tiene su hardware y software preparado, pero podría a largo plazo tenerlo (menos de tres meses), el 16% no está preparado, el 11% tendría que realizar algunos cambios y el 5% tiene todo lo necesario.

**Recomendación:** Enfocar sus nuevas adquisiciones en equipos diseñados e implementados sobre el Protocolo IPv6 nativo con compatibilidad o soporte IPv4;

argumentando los RFCs y demás normas que determinan con sencillez y claridad esta compatibilidad.

**Estrategia:** Diseñar un plan de ejecución para probar la compatibilidad con las aplicaciones más utilizadas por los clientes y de esta manera brindar soluciones intermedias y de largo plazo basada en IPv6.

### Pregunta No 5

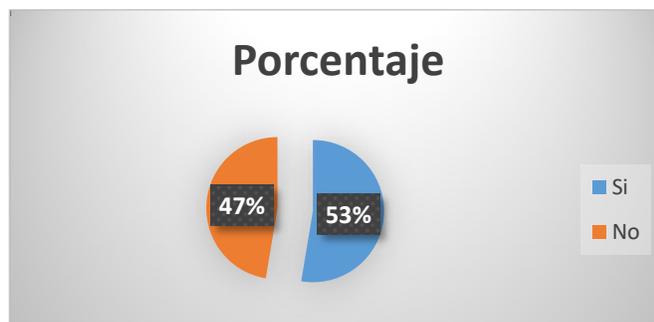
¿En los últimos seis meses la entidad ha adquirido equipos tic (hardware y software), aplicaciones, plataformas tic y servicios prestados implementados sobre protocolo ipv6 y compatible que soporte total a ipv4? Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 6 y Figura 27.

**Cuadro 6:** Análisis de resultados pregunta No 5

¿En los últimos seis meses la entidad ha adquirido equipos tic (hardware y software), aplicaciones, plataformas tic y servicios prestados implementados sobre protocolo ipv6 y compatible que soporte total a ipv4?			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	10	53%
No	2	9	47%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 27:** Análisis de resultados pregunta No 5



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 6 se demuestra que el 53% ha adquirido equipos TIC implementados sobre el protocolo IPv6, y el 47% no ha adquirido equipos.

**Recomendación:** Los entes del estado y MINTIC deben generar un acompañamiento para que las compras o actualizaciones generadas por las entidades den cumplimiento a los lineamientos establecidos.

**Estrategia:** Realizar una labor de difusión frente al plan de compras de equipos TIC y plantear laboratorios para las pruebas de compatibilidad e interoperabilidad de equipos, software y servicios.

### Pregunta No 6

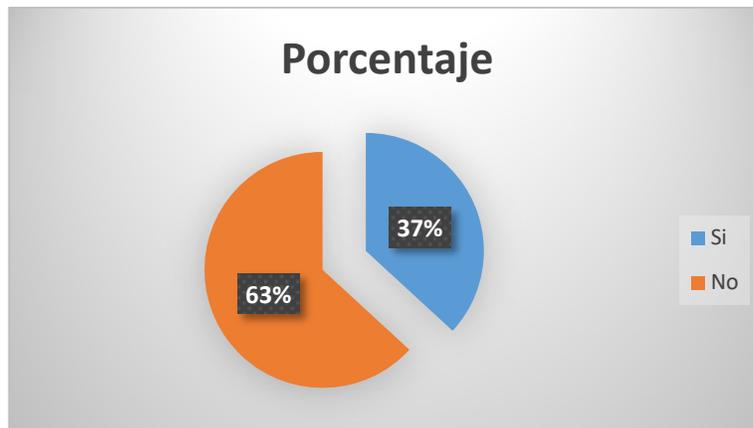
¿Su entidad tiene en su administración un plan de transición para la adopción en ipv6 en coexistencia con ipv4? Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 7 y Figura 28.

**Cuadro 7:** Análisis de resultados pregunta No 6

<b>¿Su entidad tiene en su administración un plan de transición para la adopción en ipv6 en coexistencia con ipv4?</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	1	7	37%
No	2	12	63%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 28:** Análisis de resultados pregunta No 6



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 7 se demuestra que el 63% no tiene en su administración un plan de transición para la adopción en ipv6 en coexistencia con ipv4, y el 37% lo posee actualmente.

**Recomendaciones:** Para lograr que las entidades cuenten con un plan de transición para la adopción de IPv6, el MINTIC debe difundir la necesidad de que las entidades anexas a su plan de procesos tecnológicos el plan de transición para la adopción de IPv6.

**Estrategia:** Las entidades del Gobierno deberán utilizar todas las herramientas de política, lineamientos a su alcance para incluir en su plan tecnológico el plan de transición para la adopción de IPv6.

### Pregunta No 7

Considera una necesidad adoptar IPV6. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 8 y Figura 29.

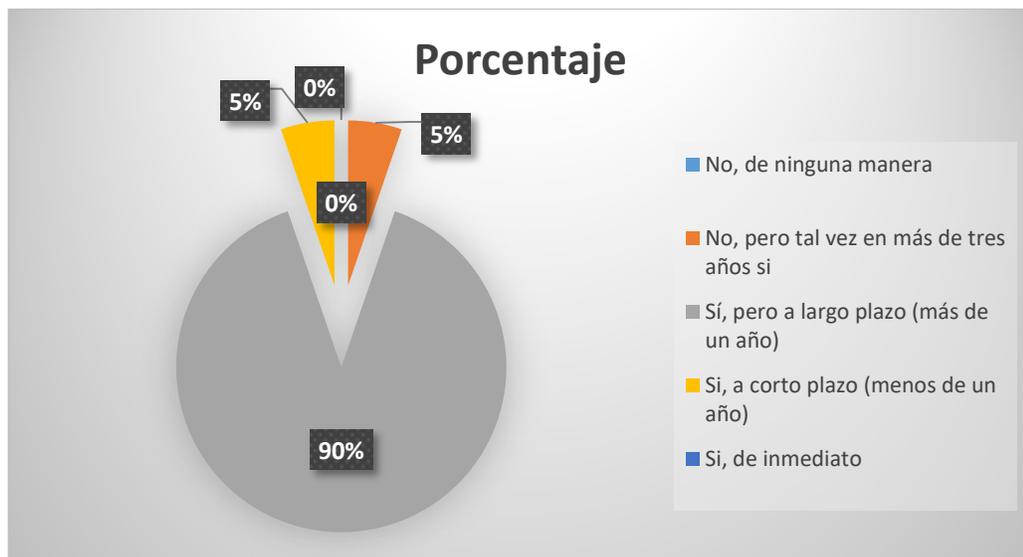
**Cuadro 8:** Análisis de resultados pregunta No 7

Considera una necesidad adoptar IPV6			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
No, de ninguna manera	1	0	0%
No, pero tal vez en más de tres años si	2	1	5%
Sí, pero a largo plazo (más de un año)	3	17	90%

Si, a corto plazo (menos de un año)	4	1	5%
Si, de inmediato	5	0	0%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autor

Figura 29: Análisis de resultados pregunta No 7



Fuente: Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 8 se demuestra que el 90% Considera una necesidad adoptar IPV6 en más de un año, el 5% considera realizarlo en más de tres años y el 5% restante considera realizarlo en menos de un año.

**Recomendación:** Realizar charlas que permitan concientizar a las entidades gubernamentales de la importancia de adoptar IPv6 como son:

- Incumplimiento de las políticas del estado colombiano
- Incompatibilidad y no operatividad tecnológica

- Incremento en los costos de soporte y mantenimiento tecnológico
- Indisponibilidad en la prestación de servicios al ciudadano

**Estrategia:** Seguir las recomendaciones dadas por los entes internacionales, gobierno en línea y el MINTIC sobre las fases para iniciar el proceso de adopción, igualmente realizar foros donde se enfatice en las consecuencias antes mencionadas al no realizar la adopción.

### Pregunta No 8

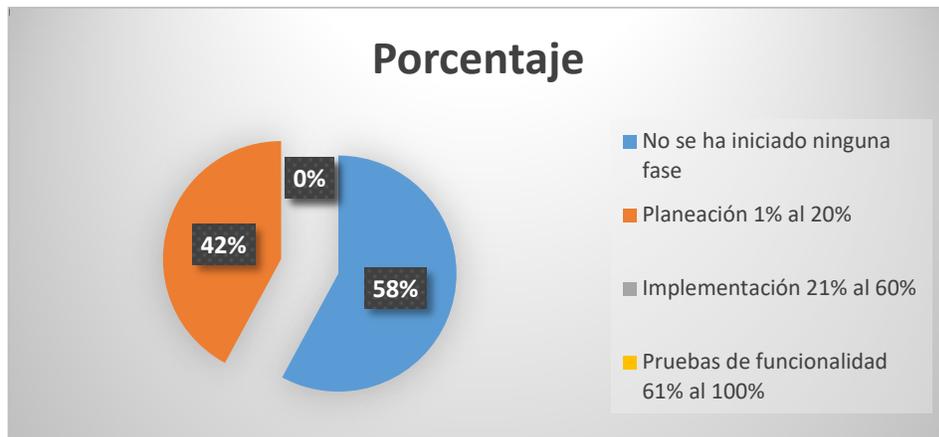
Si ha iniciado el proceso de transición a IPv6 en que fase se encuentra. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 9 y Figura 30.

**Cuadro 9:** Análisis de resultados pregunta No 8

<b>Si ha iniciado el proceso de transición a IPv6 en que fase se encuentra</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No se ha iniciado ninguna fase	1	11	58%
Planeación 1% al 20%	2	8	42%
Implementación 21% al 60%	3	0	0%
Pruebas de funcionalidad 61% al 100%	4	0	0%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 30:** Análisis de resultados pregunta No 8



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 9 se demuestra que el 58% No ha iniciado ninguna fase y el 42% restante se encuentra en la fase de Planeación teniendo en cuenta que esta está se encuentra comprendida entre el 1% al 20%.

**Recomendación:** las entidades del estado brinden acompañamiento a diferentes organizaciones bajo su administración donde establezcan las pautas para realizar la transición del protocolo 4 al 6.

**Estrategia:** MINTIC debe realizar campañas informativas en la que se exponga a las instituciones la importancia de realizar la transición, asesorar al personal a través de maquetas y redes experimentales con el fin de prepararse para la migración.

### Pregunta No 9

Si se encuentra en la fase de planeación en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 10 y Figura 31.

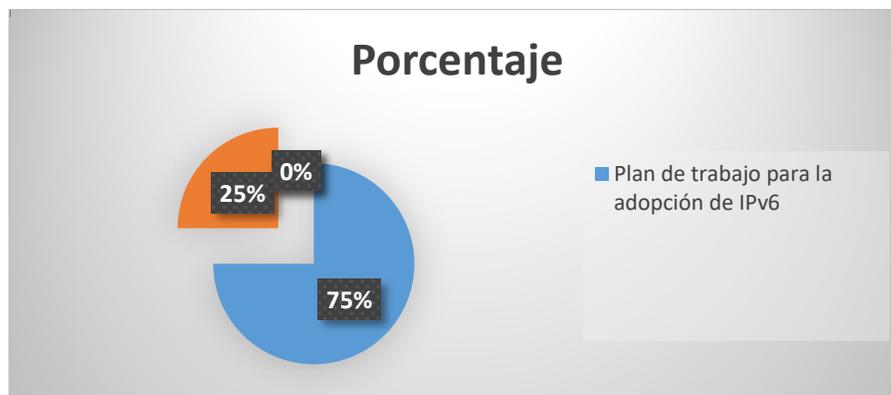
**Cuadro 10:** Análisis de resultados pregunta No 9

Si se encuentra en la fase de planeación en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
Plan de trabajo para la adopción de IPv6	1	6	75%
Plan de diagnóstico	2	2	25%

Documento que define los lineamientos al implementar la seguridad en IPv6 en concordancia con la política de seguridad de las entidades.	3	0	0%
Plan de capacitación en IPv6 a los funcionarios de las Áreas de TI	4	0	0%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 31:** Análisis de resultados pregunta No 9



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 10 se demuestra que, de un total de 19 entes gestionados por la Alta Consejería de las TIC, el 75% se encuentran realizando el plan de trabajo para la adopción de IPv6 y el 25% restante se encuentra realizando el Plan de diagnóstico.

**Recomendación:** monitorear el avance de implementación del protocolo ipv6 en las entidades manejadas desde la alta consejería para las TIC.

**Estrategia:** Las entidades deben contar con soporte para los dos protocolos.

### Pregunta No 10

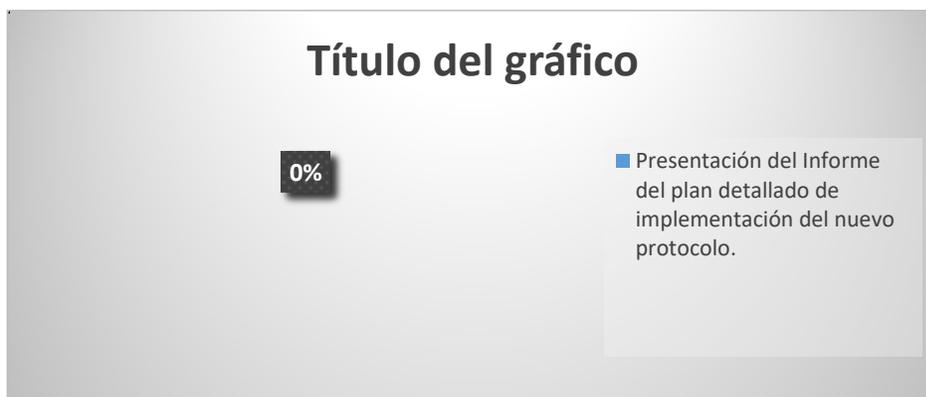
Si se encuentra en la fase de implementación en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 11 y Figura 32

**Cuadro 11:** Análisis de resultados pregunta No 10

<b>Si se encuentra en la fase de implementación en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Presentación del Informe del plan detallado de implementación del nuevo protocolo.	1	0	0%
Documento con todas las configuraciones del nuevo protocolo realizadas en las plataformas de hardware, software y servicios que se han intervenido durante esta fase.	2	0	0%
Informe de resultados de las pruebas realizadas a nivel de comunicaciones, de aplicaciones y sistemas de almacenamiento.	3	0	0%
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 32:** Análisis de resultados pregunta No 10



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 11 nos demuestran que el 100% no han iniciado la fase de implementación, por lo cual no se encuentran en ninguna de las sub-fases mencionadas.

**Recomendación:** con estos datos podemos evidenciar que de las 19 entidades gestionadas por la Alta consejería de las TIC ninguna ha implementado el protocolo IPv6.

### Pregunta No 11

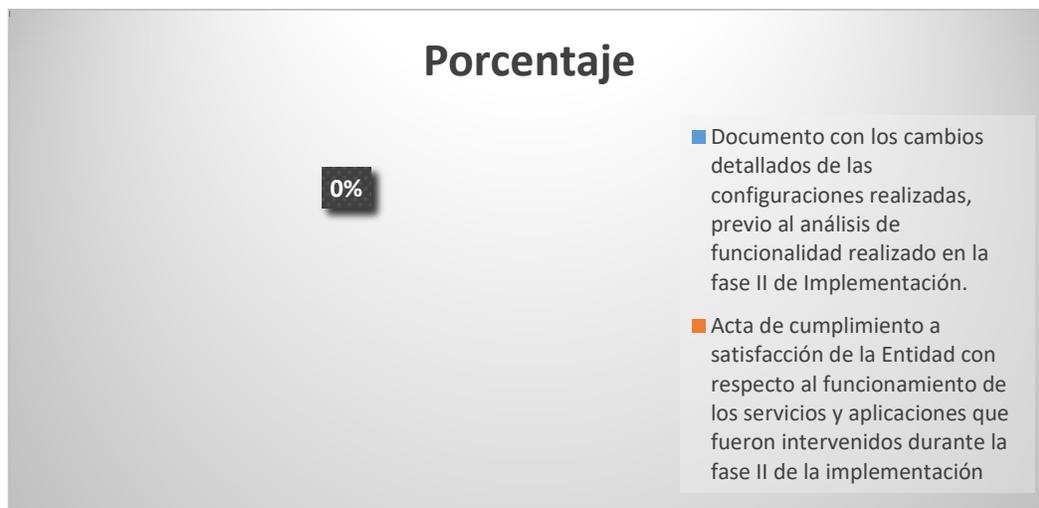
Si se encuentra en la fase pruebas de funcionalidad en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 12 y Figura 33.

**Cuadro 12:** Análisis de resultados pregunta No 11

<b>Si se encuentra en la fase Pruebas de funcionalidad en cuál de las sub-fases mencionadas se encuentra</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Documento con los cambios detallados de las configuraciones realizadas, previo análisis de funcionalidad realizado en la fase II de Implementación.	1	0	0%
<b>Fuente:</b> Autor			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Acta de cumplimiento a satisfacción de la Entidad con respecto al funcionamiento de los servicios y aplicaciones que fueron intervenidos durante la fase II de la implementación	2	0	0%
Documento de inventario final de la infraestructura de TI sobre el nuevo protocolo IPv6.	3	0	0%
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 33:** Análisis de resultados pregunta No 11



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 12 se demuestra que el 100% no han iniciado la fase de la fase Pruebas de funcionalidad, por lo cual no se encuentran en ninguna de las sub-fases mencionadas.

**Recomendación:** con estos datos podemos evidenciar que de las 19 entidades gestionadas por la Alta consejería de las TIC en la actualidad se encuentran o en la etapa de planeación o ni siquiera han iniciado la planeación para la implementación del protocolo IPv6.

### Pregunta No 12

Cuántas personas conforman su entidad. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 13 y Figura 34.

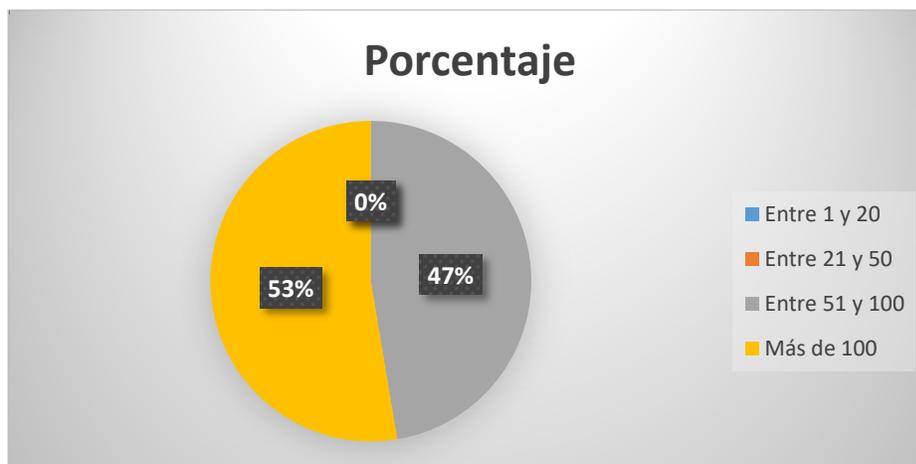
**Cuadro 13:** Análisis de resultados pregunta No 12

Cuántas personas conforman su entidad			
Respuesta	Código	Frecuencia	Porcentaje
Entre 1 y 20	1	0	0%
Entre 21 y 50	2	0	0%
Entre 51 y 100	3	9	47%
Más de 100	4	10	53%

<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100,00%</b>
--------------	-----------	----------------

Fuente: Autor

**Figura 34:** Análisis de resultados pregunta No 12



Fuente: Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 13 se demuestra que el 53% cuentan con más de 100 personas en su entidad y el 47% muestra las entidades que cuentan entre 51 y 100 personas que conforman su entidad.

**Recomendación:** con estos datos podemos evidenciar que de las 19 entidades gestionadas por la Alta consejería de las TIC en la actualidad cuentan con un grupo amplio de personal.

### Pregunta No 13

Del grupo de personas que conforman su entidad cuantas poseen capacitación frente a IPv6. Se realiza un análisis de resultados como se muestra en el Cuadro 14 y Figura 35.

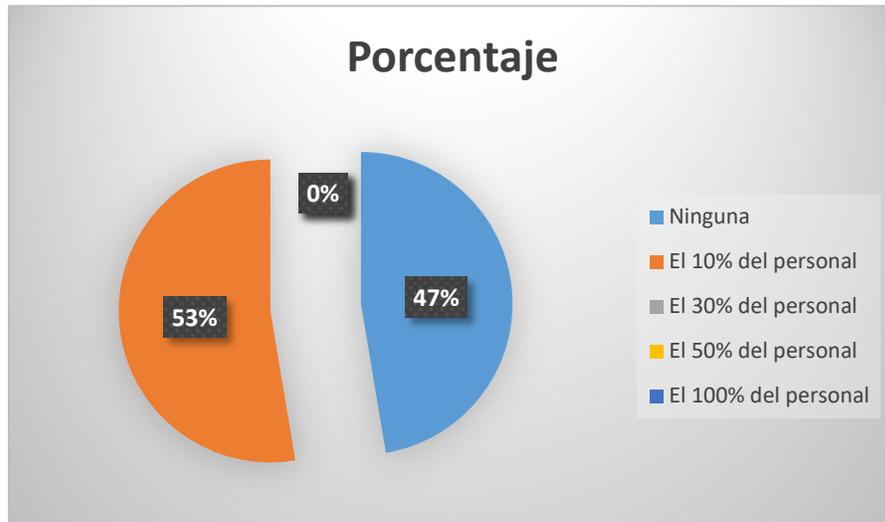
**Cuadro 14:** Análisis de resultados pregunta No 13

<b>Del grupo de personas que conforman su entidad cuantas poseen capacitación frente a IPv6</b>			
<b>Respuesta</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Ninguna	1	9	47%

El 10% del personal	2	10	53%
El 30% del personal	3	0	0%
El 50% del personal	4	0	0%
El 100% del personal	5	0	0%
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Autor

**Figura 35:** Análisis de resultados pregunta No 13



**Fuente:** Autor

**Interpretación:** Según los datos del cuadro 14 se demuestra que el 53% cuentan con el 10% del personal capacitado y el 47% restante no cuenta con capacitación de ningún tipo.

**Recomendación:** “La capacitación es vital”, se puede empezar con planes de autoestudio (usando recursos en línea y libros recomendados) y cursos de capacitación formal, con socios y certificaciones.

### 5.3 IMPACTO ECONÓMICO

Las entidades gubernamentales deben vigilar, monitorear que las que las redes y equipos que se operen y liciten por parte de todas las instancias de gobierno, ofrezcan soporte en forma nativa de los protocolos de Internet en uso y por usarse, como son las versiones 4 y 6 del protocolo de Internet (IPv4 e IPv6,

respectivamente), independientemente de otras características y tecnologías que brinden.

Indudablemente, la adopción de IPv6 tendrá un costo económico y asimétrico para los distintos actores mencionados, pero una de las formas más importantes en que este costo ya está siendo cubierto en algunas entidades y puede ser cubierto en su totalidad, es la programación de las inversiones que los organismos participantes realicen periódicamente en su infraestructura. Así, prever la implementación de IPv6 en los ciclos de reemplazo y actualización de enrutadores, switches, computadoras, software, dispositivos como conmutadores telefónicos con capacidad de voz sobre IP, videoconferencia, etcétera, resultará en un costo marginal y distribuido a lo largo de varios años, en consonancia con la necesaria gradualidad de esta transición en la infraestructura más fundamental de Internet, el IP en sus dos versiones.

El impacto económico para realizar la transición de IPv4 a IPv6 la dividiremos en recursos humanos y materiales.

- **Recursos Humanos**

Valoración aproximada del costo de los recursos necesarios para la ejecución de la transición de IPv4 a IPv6. Como se muestra en el Cuadro 15.

**Cuadro 15:** Recurso humano

Recurso	Cantidad	Precio por unidad	Total
Ingeniero certificado en PMP con especialización en gerencia de proyectos	1	\$9.000.000	\$9.000.000
Ingeniero de seguridad	1	\$10.500.000	\$10.500.000
Ingeniero de networking	1	\$10.500.000	\$10.500.000
Ingeniero de comunicaciones	1	\$8.000.000	\$8.000.000
Ingeniero de aplicaciones	1	\$9.500.000	\$9.500.000
Capacitaciones para el personal técnico	5	\$1.000.000	\$5.000.000
<b>Total recursos</b>			<b>\$52.500.000</b>

**Fuente:** Autor

- **Recursos Técnico**

Valoración los materiales y equipos necesarios para la ejecución del proyecto. Como se muestra en el cuadro 16.

**Cuadro 16:** Recurso técnico

Descripción	Cantidad	Precio por unidad	Total
Equipos de escritorio, portátiles, tabletas, dispositivos móviles, video cámaras, impresoras.	20	\$800.000	\$16.000.000
Aplicativos, web, correo, DHCP, DNS, proxys, directorio activo.	5	\$5.500.000	\$27.500.000
Servidores, sistemas operativos, sistemas de almacenamiento.	20	\$10.500.000	\$210.000.000
Switches, firewall, equipos de filtrado, módems, enrutadores, control de acceso a la red, equipos de cifrado, servidores AAA, controladoras Inalámbricas	20	\$8.000.000	\$160.000.000
<b>Total equipamiento</b>			<b>\$413.500.000</b>

**Fuente:** Autor

## 5.4 IMPACTO LEGAL

Colombia ha implementado guías, circulares, decretos los cuales se han enfocado en direccionar las entidades del estado hacia el nuevo protocolo, sirviendo de asesoramiento para ir avanzando hacia el mismo.

En el marco legal que actualmente el gobierno ha establecido no instauran el tiempo exacto para la transición, de igual forma no incluyen sanciones ni multas que obliguen a las entidades públicas a realizar la transición a IPv6, es por esta razón, que se observa el desinterés de las entidades por realizar la coexistencia y la transición a IPv6

## CONCLUSIONES

- Se determina con el desarrollo de esta encuesta que el 58% de las entidades del Distrito Capital gestionadas desde la alta consejería para las TIC, se encuentran desobedeciendo las disposiciones normativas y técnicas de la adopción de IPv6 y esto se debe a que el 47% de estas carecen de capacitación para el desarrollo de la planeación e implementación del protocolo IPv6.
- Si las entidades llevan a cabo las instrucciones dadas por el MINTIC se dará cumplimiento a los lineamientos dados por el GEL 3.0 y la circular 002 del 06 de Julio de 2011 la cual pretende impulsar su aplicabilidad, con una planeación adecuada que no genere mayores inconvenientes al momento de realizar la transición.
- La transición permitirá establecer la convivencia entre los protocolos IPv4 e IPv6 sin cambios abruptos y sin afectar las diferentes aplicaciones y tecnologías lo cual brindará una estabilidad y seguridad para la Organización
- Que el gobierno difunda entre los proveedores de servicios de Internet (ISPs); proveedores de equipo, software, aplicaciones y servicios para las redes; y empresas usuarias de Internet, información relacionada con la necesidad de prepararse para la convivencia entre IPv4 e IPv6 y posterior transición a IPv6.
- Se determina que los decretos y las normas realizadas por MINTIC no plantean una fecha puntual ni obligan que las instituciones realicen su transición, por esta razón, se observa que dichas entidades carecen de interés para su realización.

## RECOMENDACIONES

La metodología a utilizar la determinar el grado de cumplimiento (porcentaje) de las disposiciones normativas y técnicas de la adopción de IPv6 y el impacto de la adopción o la no adopción de IPv6. Como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Etapas de la transición de IPv4 a IPv6

<b>Planeación</b> 1-20%	<b>Implementación</b> 21-60%	<b>Funcionalidad</b> 61-100%
----------------------------	---------------------------------	---------------------------------

**Fuente:** Autor

De acuerdo al análisis de la encuesta realizada esta se dividió en tres partes: conocimiento y capacitación, preparación para la implementación de ipv6 e inicio al proceso de transición.

Para determinar el impacto de la no adopción o adopción de IPv6 generado en las entidades del Distrito Capital gestionadas desde la alta consejería para las TIC, se puede concluir; que frente a la capacitación al personal por parte del Ministerio de las TICS o de las mismas entidades falta capacitación, dato que se demuestra dado que el 5% de las entidades encuestadas no poseen ningún tipo de formación sobre el protocolo.

Por otra parte, se observa que el 53% de capacitaciones que se han realizado por los entes gubernamentales o el MINTIC al personal, un 32% corresponde a la normatividad creada para la transición al protocolo ipv6, hecho que demuestra que estas se están preparando por cumplir con la disposición dada por MINTIC.

El impacto frente a la preparación para la implementación de ipv6 en las entidades del Distrito Capital es desfavorable, ya que el 63% de las entidades, instituciones y secretarías, no tienen en su administración un plan de transición para la adopción en el protocolo de ipv6 en coexistencia con ipv4, sin embargo, cabe resaltar como nota positiva, que el 84% posee su hardware y software preparado para IPV6 o gozaría de el en menos de tres meses.

De igual forma se puede analizar que un 95% de las entidades gubernamentales, si consideran una necesidad adoptar el protocolo ipv6, pero no de manera inmediata, si no realizarlo a largo plazo ya que los servicios que ofrecen no se verán afectados, pero dada la normatividad establecida por el Ministerio de las TIC están obligados como entidades del Estado a desarrollar una planeación para llevar a cabo la implementación del protocolo.

Otro tema destacado a mostrar es el impacto generado al no haber iniciado el proceso de transición a IPv6, situación que se ve reflejada en 11 entidades equivalente en porcentaje al 58% del 100% de las encuestadas, dejando como consecuencia el incumplimiento de las disposiciones normativas y técnicas de la adopción de IPv6.

## BIBLIOGRAFÍA

6SOS, i. S. (s.f.). 6SOS. Obtenido de [http://www.6sos.org/que\\_es\\_ipv6.php](http://www.6sos.org/que_es_ipv6.php)

COBIT. (s.f.). ISACA. Obtenido de <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/COBIT-5-spanish.aspx>

Ministerio de Tecnologías de la Información-MINTIC. (06 de julio de 2011). Mintic. Obtenido de Ministerio de las tecnologías de la información: [http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-5932\\_documento.pdf](http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-5932_documento.pdf)

Representante de la región latinoamericana y caribeña en el Consejo de Direcciones (AC) de ASO. (2014). LANIC. Obtenido de LANIC: <http://prensa.lacnic.net/news/2015enees/lento-pero-seguro-el-despliegue-de-ipv6-en-al-y-caribe>

[http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles5482\\_Guia23\\_Transicion\\_IPV4\\_IPV6.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles5482_Guia23_Transicion_IPV4_IPV6.pdf)

<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/un-y-mintic-trabajan-para-medir-impacto-del-ipv6-en-colombia.html>

<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/cronica/Mejores-practicas-para-adoptar-IPv6-en-su-empresa>

<http://www.revista.unam.mx/vol.13/num6/art62/art62.pdf>

<http://ribuc.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10785/958/completo.pdf?sequence=1>

European IST. 6 Net: An IPV6 Deployment Guide. Europa: Martin Dunmore, September 2005. 442p

IntroduccionDireccionesIP.pdf. Microsoft Word-direccionesIP.doc.2004.7p. Fuente: [http://www.educa.madrid.org/cms\\_tools/files/a8dae6a3-c890-4d13-a8fc5e928c9a98ec/](http://www.educa.madrid.org/cms_tools/files/a8dae6a3-c890-4d13-a8fc5e928c9a98ec/) IntroduccionDireccionesIP.pdf

[http://www.cisco.com/c/m/es\\_mx/offers/network/index.html?gclid=CILvhr2m6s8CFQNehgodzRQMbQ](http://www.cisco.com/c/m/es_mx/offers/network/index.html?gclid=CILvhr2m6s8CFQNehgodzRQMbQ)

<http://www.internetglosario.com/>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Circular 0002 del 06 de julio de 2011



Prosperidad  
para todos

Código TRD:

CIRCULAR NÚMERO 000002

**PARA** : RAMA EJECUTIVA SECTOR CENTRAL, ENTIDADES TERRITORIALES, ENTIDADES DESCENTRALIZADAS, ENTIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEMÁS RAMAS Y ORGANISMOS DEL ESTADO, SECTOR DE TIC Y LA SOCIEDAD EN GENERAL

**DE** : MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

**FECHA** : 06 JUL 2011

**ASUNTO** : PROMOCIÓN DE LA ADOPCIÓN DEL IPv6 EN COLOMBIA.

Con el fin de lograr la prestación de servicios eficientes<sup>1</sup> a los ciudadanos, las entidades públicas deberán adoptar todas las medidas necesarias para garantizar el máximo aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el desarrollo de sus funciones y el Gobierno Nacional debe fijar los mecanismos y condiciones, para garantizar el desarrollo de los principios orientadores<sup>2</sup> de la Ley 1341 de 2009.

En este sentido, es función del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, diseñar<sup>3</sup>, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; así como, preparar y expedir los actos administrativos<sup>4</sup> para el cumplimiento de los fines de intervención del Estado en materia de TIC.

Por otra parte, el Estado debe garantizar la libre adopción de tecnologías teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y

<sup>1</sup> En consonancia con la estrategia de Masificación del Gobierno en Línea.

<sup>2</sup> Ley 1341 de 2009 Art. 2.

<sup>3</sup> Ley 1341 de 2009 Art. 18 numeral 1 y 2.

<sup>4</sup> Ley 1341 de 2009 Art. 18 numeral 19

Edificio Murillo Toro, Carrera 8a, entre calles 12 y 13  
Código Postal: 117711, Bogotá, Colombia  
T: +57 (1) 3443460 Fax: 57 (1) 344 2248  
www.mintic.gov.co  
www.vivedigital.gov.co

**vive digital**  
Colombia

AAR-TIC-FM-011. V2.

aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible<sup>5</sup>, al mismo tiempo que debe proteger a los consumidores frente a tecnologías obsoletas o en período de obsolescencia.

Aunado a lo anterior, atendiendo las recomendaciones establecidas dentro del marco de la Conferencia de Plenipotenciarios de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT<sup>6</sup> 2010 (PP-10), la Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina “eLAC 2010-2015”<sup>7</sup>, la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI)<sup>8</sup>, los lineamientos de acción sugeridos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>9</sup>, la Resolución 58(V-10) de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) de la Organización de Estados Americanos (OEA) del 21 de Marzo de 2010 sobre “Transición al IPv6”<sup>10</sup>, las actividades de la Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números (ICANN)<sup>11</sup>, los informes y actividades de promoción y coordinación a nivel regional del Registro de Direcciones de Internet para América Latina y Caribe (LACNIC)<sup>12</sup>, entre otras organizaciones; Colombia debe liderar un entorno propicio que garantice la adopción del IPv6 para el desarrollo de la Sociedad de la Información, la conectividad digital, el cierre de la brecha de servicios de digitales y la apropiación de las TIC.

Es preciso resaltar, que se agotó el remanente del stock de direcciones de IPv4 de la Autoridad Internacional de Asignación de Números de Internet (IANA)<sup>13</sup>, por sus siglas en inglés) y dentro de pocos meses, el del Registro de Internet Regional (RIR)<sup>14</sup> para Latinoamérica y Caribe LACNIC<sup>15</sup>. Es decir, a partir de ahora ya no se podrán adquirir direcciones IPv4 y la alternativa de transición a IPv6 es una necesidad inminente y está ocurriendo en todo el mundo<sup>16</sup>.

En el orden mundial gran cantidad de países y organizaciones se están preparando desde comienzos de este siglo para adoptar el protocolo de Internet IPv6. Esto ha generado acciones concretas definiendo políticas gubernamentales para una ordenada transición. En este esfuerzo han participado numerosas administraciones y pronto habrán adoptado plenamente el Protocolo de Internet IPv6. Aunque no existe una fecha límite definida para tener preparada una infraestructura de Internet para el soporte de IPv6, es necesario acelerar nuestros esfuerzos para concluir este proceso a la brevedad posible.

La negación de esta realidad que afecta a todos los países del mundo implicaría evitar el continuado crecimiento de la Internet, detener la innovación, incurrir en inversiones inadecuadas, incrementar los costos para mantener y gestionar las redes actuales, privarse de ahorros energéticos, impedir el

<sup>5</sup> Ley 1341 de 2009 Art.2, numeral 6.

<sup>6</sup> <http://www.itu.int/plenipotentiary/2010/index-es.html>

<sup>7</sup> <http://www.eclac.cl/socinfo/noticias/noticias/>

<sup>8</sup> <http://www.itu.int/wsis/index-es.html>

<sup>9</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/48/51/44953210.pdf>

<sup>10</sup> Accesible en [http://lacnic.net/documentos/gobierno/curazaol/citel-0422r3\\_e.pdf](http://lacnic.net/documentos/gobierno/curazaol/citel-0422r3_e.pdf)

<sup>11</sup> <http://www.icann.org/>

<sup>12</sup> <http://lacnic.net/sp/index.html>

<sup>13</sup> <http://www.iana.org/>

<sup>14</sup> <http://lacnic.net/sp/politicas/manual2.html>

<sup>15</sup> <http://www.lacnic.net/en/registro/espacioidisponible-ipv4.html>

<sup>16</sup> [http://infoipv6.com/pdfs/IPv6\\_Spain.pdf](http://infoipv6.com/pdfs/IPv6_Spain.pdf)

desarrollo en el país de la Internet de los Objetos (entendida como la posibilidad de interconexión de todo tipo de dispositivos y cosas, no solo los actuales equipos informáticos), dificultar el incremento en seguridad y protección de la red, limitar el uso de algunos servicios y aplicaciones e impedir el uso e implantación de los servicios emergentes de nueva generación, entre otros aspectos; con el consiguiente aislamiento del país frente al resto del mundo.

Además, es una obligación de las entidades públicas gestionar adecuadamente los recursos públicos, lo cual implica no invertir en bienes y servicios (tanto de hardware, software, servicios, comunicaciones, etc.) que no garanticen el soporte completo de IPv6; pues en caso contrario, habría que repetir dichas inversiones.

Bajo las anteriores consideraciones, el Gobierno Colombiano viene adelantando iniciativas para garantizar una pronta adopción en Colombia del IPv6 en coexistencia con IPv4, para el tráfico de comunicaciones IP en especial el soportado por la Internet. De esta manera, se garantiza que la tecnología que se proyecte sea la adecuada para cumplir las metas del PLAN VIVE DIGITAL (2010-2014)<sup>17</sup>, particularmente pasar de 2.2 a 8.8 millones de suscriptores, alcanzar 50% de hogares y MIPYMES conectados a Internet, triplicar el número de municipios conectados, entre otras; permitiendo el desarrollo de una plataforma de Internet moderna y acorde con las tendencias mundiales.

Por lo anterior, este Ministerio convoca a las entidades de la Administración Pública, Ramas y Organismos del Estado y al sector de TIC, para que en sus compras de equipos de TIC (hardware y software), aplicaciones, plataformas TIC y servicios prestados a través de TIC, se exija que estén desarrollados e implementados sobre el Protocolo IPv6 con compatibilidad o soporte total IPv4; demostrable mediante los RFCs concretos del IETF<sup>18</sup> y demás normas que determinan esta compatibilidad<sup>19</sup>.

Además, se insta a las entidades de la Administración Pública, Ramas y Organismos del Estado y al sector TIC, a que incluyan en sus administraciones un "PLAN DE TRANSICIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE IPv6 EN COEXISTENCIA CON IPv4", programado para 3 años a partir de la publicación de la presente circular; que permita una transición segura y sin traumatismos para la Entidad, sus beneficiarios, usuarios y para el administrado. Dicho plan deberá contemplar al menos: diagnóstico, plan de inversión, cronograma de implementación, formación en IPv6 de los funcionarios del área afín, evaluación de resultados y los aspectos técnicos que permitan la correcta implementación de mecanismos de transición de IPv4 a IPv6 en sus redes, servicios al ciudadano prestados a través de TIC, y en general las Plataformas (hardware y software) Informáticas y de Comunicaciones.

También, se hace necesario recomendar a la Industria del país y al sector TIC que utilice, comercialice o fabrique cualquier sistema, aplicación, software, hardware, equipo activo o de red, equipo terminal de usuario y, en general, todo tipo de tecnología soportada bajo plataforma IP, los

<sup>17</sup> <http://www.vivedigital.gov.co>

<sup>18</sup> <http://www.ietf.org/>

<sup>19</sup> <http://tools.ietf.org/wg/ipv6/>

## ANEXO 2: Decreto 2573 del 2014

	
<b>MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES</b>	
<b>DECRETO NÚMERO 2573 DE 2014</b>	
<b>12 DIC 2014</b>	
<p>Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones.</p>	
<b>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,</b>	
<p>en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confiere el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, el artículo 14 de la Ley 700 del 2002, el numeral 4 del artículo 1 de la Ley 962 de 2005 y los numerales 4 y 8 del artículo 2 y el párrafo 1 del artículo 5 de la Ley 1341 de 2009, y,</p>	
<b>CONSIDERANDO:</b>	
<p>Que la Constitución Política, en su artículo 113 señala que los diferentes órganos del Estado tienen funciones separadas pero colaboran armónicamente para la realización de sus funciones;</p>	
<p>Que el documento CONPES 3650 del 15 de marzo de 2010 declara de importancia estructural la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea en Colombia y exhorta al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación, a formular los lineamientos de política que contribuyan a la sostenibilidad de la Estrategia de Gobierno en línea;</p>	
<p>Que el documento CONPES 3785 del 9 de diciembre de 2013 enmarca los lineamientos de la Política Nacional de Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano y adopta el modelo de Gestión Pública Eficiente, dirigido a mejorar la calidad de la gestión, como la prestación de los servicios provistos por las entidades de la Administración Pública.</p>	
<p>Que la Ley 1341 de 2009 estableció el marco general del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, incorporando principios, conceptos y competencias sobre su organización y desarrollo e igualmente señaló que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deben servir al interés general y, por tanto, es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades a todos los habitantes del territorio nacional;</p>	
<p>Que así mismo, la anotada Ley determinó que es función del Estado intervenir en el sector de las TIC con el fin de promover condiciones de seguridad del servicio al usuario final, incentivar acciones preventivas y de seguridad informática y de redes para el desarrollo de dicho sector;</p>	
<p>Que el Decreto Ley 019 de 2012, por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública, hace referencia al uso de medios electrónicos como elemento necesario en la optimización de los trámites ante la Administración Pública y establece en el artículo 4º</p>	

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones"

que las autoridades deben incentivar el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones a efectos de que los procesos administrativos se adelanten con diligencia, dentro de los términos legales y sin dilaciones injustificadas.

Que de igual manera, el artículo 38 del Decreto – Ley 019 de 2012 establece que la formulación de la política de racionalización de trámites estará a cargo del Departamento Administrativo de la Función Pública con el apoyo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República y del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones;

Que el Decreto 2482 de 2012, en su artículo 3, establece los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión e indica que para el desarrollo de las políticas de Desarrollo Administrativo se deberá tener en cuenta la Estrategia de Gobierno en Línea que formula el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones. Que en el mismo Decreto se contempla la Gestión de tecnologías de información y Comunicaciones, dentro de la política de eficiencia administrativa;

Que el Decreto 2618 de 2012 modificó la estructura del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones creando el Viceministerio de Tecnologías y Sistemas de la Información, como dinamizador en el país de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), contemplando dentro de sus funciones la de formular, coordinar y hacer seguimiento a la implementación de políticas públicas para el uso, acceso y administración de la infraestructura tecnológica que soporta la información del Estado; definir la arquitectura tecnológica de los sistemas de información del Estado, incluyendo estándares de interoperabilidad, de privacidad, de seguridad y de construcción o parametrización de aplicaciones; y liderar el diseño y la adopción de políticas, planes y proyectos para promover y masificar el Gobierno en Línea coordinando acciones con las instancias pertinentes;

Que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con base en la evaluación de los avances en la implementación de la estrategia por parte de las entidades del orden nacional y territorial, concluyó que se hace necesario que las entidades fortalezcan el modelo para la gestión de las tecnologías de la información y la interoperabilidad.

Que Colombia aceptó las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en Estrategias de Gobierno Digital, que insta a los gobiernos a adoptar enfoques más estratégicos para un uso de la tecnología que los impulse a ser más abiertos, participativos e innovadores, a través de acciones tales como el diseño de lineamientos para permitir, orientar y fomentar el uso y re-uso de la información pública, aumentar la apertura y la transparencia, incentivar la participación del público en la elaboración de políticas, proporcionar datos oficiales oportunos y confiables, y gestionar los riesgos de uso indebido de datos, así como aumentar la disponibilidad de los datos en formatos abiertos.

Que Colombia suscribió la Alianza para el Gobierno Abierto declarando su compromiso de realizar acciones para el aprovechamiento de las tecnologías, facilitando mayor apertura en el gobierno, mejorando la prestación de los servicios y la participación ciudadana en los asuntos públicos, y promoviendo la innovación y la creación de comunidades más seguras con el propósito de que el gobierno sea más transparente, sensible, responsable y eficaz.

Que de acuerdo con lo anterior es necesario complementar los lineamientos de la estrategia de Gobierno en línea, especialmente en temas de seguridad, privacidad, gestión de tecnologías de información e interoperabilidad, de tal manera que se avance

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones".

integralmente en la provisión de servicios electrónicos de alta calidad para los ciudadanos;

Que para facilitar y fomentar el avance, seguimiento y la calidad en la implementación de la estrategia de gobierno en línea se hace necesario incorporar nuevos instrumentos;

Que en virtud de lo expuesto,

**DECRETA:**

**TITULO I**

**Objeto, ámbito de aplicación, definiciones, principios y fundamentos**

**Artículo 1.** Objeto. Definir los lineamientos, instrumentos y plazos de la estrategia de Gobierno en Línea para garantizar el máximo aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el fin de contribuir con la construcción de un Estado abierto, más eficiente, más transparente y más participativo y que preste mejores servicios con la colaboración de toda la sociedad.

**Artículo 2.** *Ámbito de aplicación.* Serán sujetos obligados de las disposiciones contenidas en el presente Decreto las entidades que conforman la Administración Pública en los términos del artículo 39 de la Ley 489 de 1998 y los particulares que cumplen funciones administrativas.

**Parágrafo.** La implementación de la estrategia de Gobierno en línea en las Ramas Legislativa y Judicial, en los órganos de control, en los autónomos e independientes y demás organismos del Estado, se realizará bajo un esquema de coordinación y colaboración armónica en aplicación de los principios señalados en el artículo 209 de la Constitución Política.

**Artículo 3.** *Definiciones.* Para la interpretación del presente Decreto, las expresiones aquí utilizadas deben ser entendidas con el significado que a continuación se indica:

**Arquitectura Empresarial:** Es una práctica estratégica que consiste en analizar integralmente las entidades desde diferentes perspectivas o dimensiones, con el propósito de obtener, evaluar y diagnosticar su estado actual y establecer la transformación necesaria. El objetivo es generar valor a través de las Tecnologías de la Información para que se ayude a materializar la visión de la entidad.

**Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial para la gestión de Tecnologías de la Información:** Es un modelo de referencia puesto a disposición de las instituciones del Estado colombiano para ser utilizado como orientador estratégico de las arquitecturas empresariales, tanto sectoriales como institucionales. El Marco establece la estructura conceptual, define lineamientos, incorpora mejores prácticas y orienta la implementación para lograr una administración pública más eficiente, coordinada y transparente, a través del fortalecimiento de la gestión de las Tecnologías de la Información.

**Artículo 4.** *Principios y fundamentos de la Estrategia de Gobierno en línea.* La Estrategia de Gobierno en línea se desarrollará conforme a los principios del debido proceso, igualdad, imparcialidad, buena fe, moralidad, participación, responsabilidad, transparencia, publicidad, coordinación, eficacia, economía y celeridad consagrados en

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones".

los artículos 209 de la Constitución Política, 3º de la Ley 489 de 1998 y 3º de la Ley 1437 de 2011.

Así mismo, serán fundamentos de la Estrategia los siguientes:

**Excelencia en el servicio al ciudadano:** Propender por el fin superior de fortalecer la relación de los ciudadanos con el Estado a partir de la adecuada atención y provisión de los servicios, buscando la optimización en el uso de los recursos, teniendo en cuenta el modelo de Gestión Pública Eficiente al Servicio del Ciudadano y los principios orientadores de la Política Nacional de Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano.

**Apertura y reutilización de datos públicos:** Abrir los datos públicos para impulsar la participación, el control social y la generación de valor agregado.

**Estandarización:** Facilitar la evolución de la gestión de TI del Estado colombiano hacia un modelo estandarizado que aplica el marco de referencia de arquitectura empresarial para la gestión de TI.

**Interoperabilidad:** Fortalecer el intercambio de información entre entidades y sectores.

**Neutralidad tecnológica:** Garantizar la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, emplear contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible.

**Innovación:** Desarrollar nuevas formas de usar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para producir cambios que generen nuevo y mayor valor público.

**Colaboración:** Implementar soluciones específicas para problemas públicos, mediante el estímulo y aprovechamiento del interés y conocimiento de la sociedad, al igual que un esfuerzo conjunto dentro de las propias entidades públicas y sus servidores.

## TITULO II

### Componentes, instrumentos y responsables

**Artículo 5. Componentes.** Los fundamentos de la Estrategia serán desarrollados a través de 4 componentes que facilitarán la masificación de la oferta y la demanda del Gobierno en Línea.

1. **TIC para Servicios.** Comprende la provisión de trámites y servicios a través de medios electrónicos, enfocados a dar solución a las principales necesidades y demandas de los ciudadanos y empresas, en condiciones de calidad, facilidad de uso y mejoramiento continuo.
2. **TIC para el Gobierno abierto.** Comprende las actividades encaminadas a fomentar la construcción de un Estado más transparente, participativo y colaborativo involucrando a los diferentes actores en los asuntos públicos mediante el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
3. **TIC para la Gestión.** Comprende la planeación y gestión tecnológica, la mejora de procesos internos y el intercambio de información. Igualmente, la gestión y aprovechamiento de la información para el análisis, toma de decisiones y el mejoramiento permanente, con un enfoque integral para una respuesta articulada

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones"

de gobierno y para hacer más eficaz la gestión administrativa entre instituciones de Gobierno.

4. **Seguridad y privacidad de la Información.** Comprende las acciones transversales a los demás componentes enunciados, tendientes a proteger la información y los sistemas de información, del acceso, uso, divulgación, interrupción o destrucción no autorizada.

**Parágrafo primero:** TIC para el gobierno abierto comprende algunos de los aspectos que hacen parte de Alianza para el Gobierno Abierto pero no los cubre en su totalidad.

**Artículo 6.** Instrumentos. Los instrumentos para la implementación de la estrategia de Gobierno en línea serán los siguientes:

**Manual de Gobierno en línea.** Define las acciones que corresponde ejecutar a las entidades del orden nacional y territorial respectivamente.

**Marco de referencia de arquitectura empresarial para la gestión de Tecnologías de la Información.** Establece los aspectos que los sujetos obligados deberán adoptar para dar cumplimiento a las acciones definidas en el Manual de Gobierno en Línea.

**Parágrafo primero.** Los instrumentos podrán ser actualizados periódicamente cuando así lo determine el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

**Parágrafo segundo:** La estrategia de Gobierno en Línea será liderada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y articulada con las demás entidades cuando se relacionen con las funciones misionales que tengan a su cargo.

**Artículo 7.** Responsable de coordinar la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea en los sujetos obligados. El representante legal de cada sujeto obligado, será el responsable de coordinar, hacer seguimiento y verificación de la implementación y desarrollo de la Estrategia de Gobierno en línea.

**Artículo 8.** Responsable de orientar la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea. En las entidades del orden nacional, el Comité Institucional de Desarrollo Administrativo de que trata el artículo 6 del Decreto 2482 de 2012 será la instancia orientadora de la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea al interior de cada entidad. Los sujetos obligados deberán incluir la estrategia de Gobierno en línea de forma transversal dentro de sus planes estratégicos sectoriales e institucionales, y anualmente dentro de los planes de acción de acuerdo con el Modelo Integrado de Planeación y Gestión de que trata el Decreto 2482 de 2012 o las normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan. En estos documentos se deben definir las actividades, responsables, metas y recursos presupuestales que les permitan dar cumplimiento a los lineamientos que se establecen.

En las entidades del orden territorial y demás sujetos obligados, la instancia orientadora de la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea será el Consejo de Gobierno o en su defecto el Comité Directivo o la instancia que haga sus veces. En caso que no existan estas instancias en el sujeto obligado, será la instancia o dependencia de mayor nivel jerárquico de la entidad.

En las materias relacionadas con trámites adelantados por medios electrónicos, la instancia orientadora deberá articularse con el Comité Antitrámites o con el responsable de esta materia al interior de los sujetos obligados.

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones".

**TITULO III**  
**Medición, monitoreo y plazos**

**Artículo 9. Medición y monitoreo.** El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a través de la Dirección de Gobierno en Línea y de la Dirección de Estándares y Arquitectura de Tecnologías de la Información, diseñará el modelo de monitoreo que permita medir el avance en las acciones definidas en el Manual de Gobierno en Línea que corresponda cumplir a los sujetos obligados, los cuales deberán suministrar la información que les sea requerida.

En el caso de las entidades y organismos de la Rama Ejecutiva del Poder Público del Orden Nacional, la información será suministrada en el Formulario Único de Reporte de Avance en la Gestión (FURAG) o el que haga sus veces, de acuerdo con lo señalado en el Decreto 2482 de 2012.

**Artículo 10. Plazos.** Los sujetos obligados deberán implementar las actividades establecidas en el Manual de Gobierno en línea dentro de los siguientes plazos:

**1. Sujetos obligados del Orden Nacional**

COMPONENTE/ AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC para Servicios	90%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%
TIC para el Gobierno abierto	90%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%	Mantener 100%
TIC para la Gestión	25%	50%	80%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%
Seguridad y privacidad de la Información	40%	60%	80%	100%	Mantener 100%	Mantener 100%

**2. Sujetos obligados del Orden territorial.**

A. Gobernaciones de categoría Especial y Primera; alcaldías de categoría Especial, y demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

B. Gobernaciones de categoría segunda, tercera y cuarta; alcaldías de categoría primera, segunda y tercera y demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

C. Alcaldías de categoría cuarta, quinta y sexta, y demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

Para las entidades agrupadas en A, B y C los plazos serán los siguientes:

COMPONENTE/ AÑO	Entidades A (%)						Entidades B (%)						Entidades C (%)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC para Servicios	70	80	100	100	100	100	45	70	100	100	100	100	40	55	70	100	100	100

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones".

Componente y AÑO	Entidades A (%)					Entidades B (%)					Entidades C (%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC para el Gobierno abierto	80	85	100	100	100	100	85	80	100	100	100	100	85	75	85	100	100	100
TIC para la Gestión Seguridad y privacidad de la información	20	40	80	100	100	100	10	30	50	85	80	100	10	30	50	85	80	100

**Parágrafo.** Las obligaciones a cargo de los sujetos obligados indicadas en la ley 1712 de 2014 que sean incorporadas en los componentes, contarán con los plazos de cumplimiento señalados en dicha ley.

#### TITULO IV

#### Mapa de ruta, Sello de excelencia Gobierno en Línea en Colombia y plazos

**Artículo 11. Mapa de ruta de Gobierno en línea.** El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, definirá un mapa de ruta que contendrá:

1. Servicios y trámites prioritizados para ser dispuestos en línea.
2. Proyectos de mejoramiento para la gestión institucional e interinstitucional con el uso de medios electrónicos, que los sujetos obligados deberán implementar.
3. Las demás acciones que requieran priorizarse para masificar la oferta y la demanda de Gobierno en línea con base en lo señalado en los componentes de que trata el presente decreto.

Dicho mapa se publicará dentro de los seis (6) meses siguientes a la expedición del presente decreto y podrá ser actualizado periódicamente.

**Parágrafo.** La priorización de trámites y servicios que se incluyan en el mapa de ruta se hará en coordinación con el Departamento Administrativo de la Función Pública y el Departamento Nacional de Planeación, de acuerdo a sus competencias.

**Artículo 12. Sello de excelencia Gobierno en Línea en Colombia.** Los sujetos obligados deberán adoptar la marca o sello de excelencia Gobierno en Línea en Colombia en los niveles y plazos señalados en el artículo 13, de conformidad con el modelo de certificación y el mapa de ruta que defina el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a través de la Estrategia de Gobierno en Línea.

Dicho modelo permitirá acreditar la alta calidad de los productos y servicios de los sujetos obligados, de manera que su cumplimiento les otorgue el derecho al uso de la marca correspondiente.

**Artículo 13. Plazos para adoptar la marca o sello de excelencia Gobierno en Línea en Colombia.** Los sujetos obligados deberán adoptar la marca correspondiente en los siguientes plazos:

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones"

**Artículo 14. Vigencia y derogatorias.** El presente decreto rige a partir del 1 de enero de 2015 y deroga el Decreto 2693 de 2012.

**PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE**

Dado en Bogotá, D.C. a los

12 DIC 2014



EL MINISTRO DEL INTERIOR,



JUAN FERNANDO CRISTO BUSTOS

EL MINISTRO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES,



DIEGO MOLANO VEGA

EL DIRECTOR GENERAL DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN,



SIMÓN GAVIRIA MUÑOZ

LA DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA FUNCIÓN PÚBLICA,



LILIANA CABALLERO DURÁN

Continuación del Decreto "Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones".

**1. Sujetos obligados del Orden Nacional**

CERTIFICACIONES / AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC para Servicios		Nivel según mapa de ruta 1 de	Nivel según mapa de ruta 2 de	Nivel según mapa de ruta 3 de	Mantener según mapa de ruta	Mantener según mapa de ruta
TIC para el Gobierno abierto		Nivel según mapa de ruta 1 de	Nivel según mapa de ruta 2 de	Nivel según mapa de ruta 3 de	Mantener según mapa de ruta	Mantener según mapa de ruta
TIC para la Gestión			Nivel según mapa de ruta 1 de	Nivel según mapa de ruta 2 de	Nivel según mapa de ruta 3 de	Mantener según mapa de ruta

**2. Sujetos obligados en el orden territorial.**

A. Para Gobernaciones de categoría Especial y Primera; alcaldías de categoría Especial y demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

B. Para Gobernaciones de categoría segunda, tercera y cuarta; alcaldías de categoría primera, segunda y tercera, demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

C. Para Alcaldías de categoría cuarta, quinta y sexta y demás sujetos obligados de la Administración Pública en el mismo nivel.

Para las entidades agrupadas en A, B y C los plazos serán los siguientes:

CERTIFICACIONES / AÑO	Entidades A						Entidades B						Entidades C					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TIC para Servicios	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel	Mantener Nivel		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel		
TIC para el Gobierno abierto	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel	Mantener Nivel		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel		
TIC para la Gestión		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Mantener Nivel			Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3				Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		

## ANEXO 3: Decreto 2482 de 2012

REPUBLICA DE COLOMBIA



### DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

DECRETO NÚMERO 2482 DE 2012

3 DIC 2012

Por el cual se establecen los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión

#### EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,

en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confiere el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo de lo señalado en el Capítulo IV de la Ley 489 de 1998 y de los artículos 26 y 29 de la Ley 152 de 1994.

#### CONSIDERANDO:

Que el mejoramiento continuo de la Administración Pública se basa, entre otros aspectos, en el fortalecimiento de herramientas de gestión y en la coordinación interinstitucional que facilita la implementación de las políticas públicas, mediante la ejecución de planes, programas y proyectos;

Que actualmente, para el cumplimiento de diferentes leyes, decretos, directivas y circulares, las entidades públicas reportan y presentan información similar y en algunos casos duplicada a otras entidades del mismo Gobierno, por lo que se considera necesario unificar las herramientas de planeación y generación de información;

Que en la información que elaboran y presentan las entidades de la Rama Ejecutiva a diferentes actores del Gobierno, relacionada con la planeación de actividades, avances de ejecución y resultados de gestión, se encuentran los planes indicativos, planes de acción, planes de desarrollo administrativo, plan de eficiencia administrativa y cero papel, plan de racionalización de trámites, plan de Gobierno en Línea, plan anticorrupción y de atención al ciudadano, plan institucional de capacitación, plan de bienestar e incentivos, plan anual de vacantes y plan anual de adquisiciones, entre otros;

Que en aplicación de los principios constitucionales de la función pública y de los principios de buen gobierno y eficiencia administrativa, se requiere adoptar un modelo que permita, a través de una planeación integral, simplificar y racionalizar la labor de las entidades en la generación y presentación de planes, reportes e informes;

Que la Ley 152 de 1994 establece que los organismos de la administración pública nacional deben elaborar, con base en los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, un Plan Indicativo cuatrienal con planes de acción anuales.

Que la Ley 489 de 1998 consagra el Sistema de Desarrollo Administrativo como un conjunto de políticas, estrategias, metodologías, técnicas y mecanismos de carácter administrativo y organizacional para la gestión y manejo del talento humano y de los demás recursos, orientados a fortalecer la capacidad administrativa y el desempeño institucional, con el fin de aumentar la efectividad del Estado para producir resultados que satisfagan los intereses ciudadanos, el cual se implementará a través del modelo que se adopta en el presente acto administrativo;

Que se requiere actualizar las políticas de desarrollo administrativo, enfocándolas en el quehacer misional y en la parte administrativa y de apoyo.

## DECRETO NÚMERO \_\_\_\_\_ de 2012 Hoja N°.

Continuación del Decreto " Por el cual se establecen los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión"

## DECRETA:

**Artículo 1. Ámbito de aplicación.** El presente decreto se aplica en su integridad a las entidades y organismos de la Rama Ejecutiva del Poder Público del Orden Nacional, organizados en los términos señalados en el artículo 42 de la Ley 489 de 1998.

El contenido del presente decreto les es aplicable a las entidades territoriales en los términos del inciso segundo del artículo 20 de la Ley 489 de 1998.

Así mismo, las entidades autónomas y las sujetas a regímenes especiales en virtud de mandato constitucional o legal, a través su máximo órgano de dirección, adoptarán las políticas de desarrollo administrativo establecidas en el artículo 3° del presente decreto.

**Artículo 2. Objeto.** Adoptar el Modelo Integrado de Planeación y Gestión como instrumento de articulación y reporte de la planeación, el cual comprende:

- **Referentes:** Punto de partida para la construcción de la planeación, incluyen las metas de Gobierno establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, las competencias normativas asignadas a cada entidad y el marco fiscal.
- **Políticas de Desarrollo Administrativo:** Conjunto de lineamientos que orientan a las entidades en el mejoramiento de su gestión para el cumplimiento de las metas institucionales y de Gobierno, a través de la simplificación de procesos y procedimientos internos, el aprovechamiento del talento humano y el uso eficiente de los recursos administrativos, financieros y tecnológicos.
- **Metodología:** Esquema de planeación articulado que facilita la implementación de las políticas e iniciativas gubernamentales que estén orientadas a fortalecer el desempeño institucional, en procura del cumplimiento de las metas institucionales y de Gobierno para la prestación de un mejor servicio al ciudadano.
- **Instancias:** Responsables de liderar, coordinar y facilitar la implementación del modelo a nivel sectorial e institucional.
- **Formulario Único Reporte de Avances de la Gestión:** herramienta en línea de reporte de avances de la gestión, como insumo para el monitoreo, evaluación y control de los resultados institucionales y sectoriales.

**Parágrafo:** Para las entidades y organismos de la Rama Ejecutiva del Poder Público del Orden Nacional, el Sistema de Desarrollo Administrativo de que trata la Ley 489 de 1998 se entenderá implementado a través del presente Modelo.

Las entidades autónomas y territoriales y las sujetas a regímenes especiales en virtud de mandato constitucional podrán adoptar, en lo pertinente, el Modelo Integrado de Planeación y Gestión.

**Artículo 3. Políticas de Desarrollo Administrativo.** Adóptense las siguientes políticas que contienen, entre otros, los aspectos de que trata el artículo 17 de la Ley 489 de 1998:

- a) **Gestión misional y de Gobierno:** Orientada al logro de las metas establecidas, para el cumplimiento de su misión y de las prioridades que el Gobierno defina. Incluye, entre otros, para las entidades de la Rama ejecutiva del orden nacional, los indicadores y metas de Gobierno que se registran en el Sistema de Seguimiento a Metas de Gobierno, administrado por el Departamento Nacional de Planeación.
- b) **Transparencia, participación y servicio al ciudadano.** Orientada a acercar el Estado al ciudadano y hacer visible la gestión pública. Permite la participación activa de la ciudadanía en la toma de decisiones y su acceso a la información, a los trámites y servicios, para una atención oportuna y efectiva. Incluye entre otros, el Plan

DECRETO NÚMERO 2482 de 2012 Hoja N°.

Continuación del Decreto " Por el cual se establecen los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión"

Anticorrupción y de Atención al Ciudadano y los requerimientos asociados a la participación ciudadana, rendición de cuentas y servicio al ciudadano.

- c) **Gestión del talento humano.** Orientada al desarrollo y cualificación de los servidores públicos buscando la observancia del principio de mérito para la provisión de los empleos, el desarrollo de competencias, vocación del servicio, la aplicación de estímulos y una gerencia pública enfocada a la consecución de resultados. Incluye, entre otros el Plan Institucional de Capacitación, el Plan de Bienestar e Incentivos, los temas relacionados con Clima Organizacional y el Plan Anual de Vacantes.
- d) **Eficiencia administrativa:** Orientada a identificar, racionalizar, simplificar y automatizar trámites, procesos, procedimientos y servicios, así como optimizar el uso de recursos, con el propósito de contar con organizaciones modernas, innovadoras, flexibles y abiertas al entorno, con capacidad de transformarse, adaptarse y responder en forma ágil y oportuna a las demandas y necesidades de la comunidad, para el logro de los objetivos del Estado. Incluye, entre otros, los temas relacionados con gestión de calidad, eficiencia administrativa y cero papel, racionalización de trámites, modernización institucional, gestión de tecnologías de información y gestión documental.
- e) **Gestión financiera:** Orientada a programar, controlar y registrar las operaciones financieras, de acuerdo con los recursos disponibles de la entidad. Integra las actividades relacionadas con la adquisición de bienes y servicios, la gestión de proyectos de inversión y la programación y ejecución del presupuesto. Incluye, entre otros, el Programa Anual Mensualizado de Caja - PAC, programación y ejecución presupuestal, formulación y seguimiento a proyectos de inversión y el Plan Anual de Adquisiciones.

**Parágrafo 1:** Para el desarrollo de las políticas se deberá tener en cuenta la Estrategia de Gobierno en Línea que formula el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

**Parágrafo 2:** El Gobierno Nacional, a través del Departamento Administrativo de la Función Pública, podrá modificar o adicionar las Políticas de Desarrollo Administrativo, en coordinación con las demás entidades competentes en las distintas materias.

**Artículo 4. Implementación del Modelo Integrado de Planeación y Gestión.** La implementación para la rama ejecutiva del Orden Nacional del Modelo Integrado de Planeación y Gestión se desarrollará con base en la metodología que expida el Departamento Administrativo de la Función Pública, en coordinación con las entidades líderes de las políticas de desarrollo administrativo: Alta Consejería para el Buen Gobierno y la Eficiencia Administrativa, Departamento Nacional de Planeación, Archivo General de la Nación, Secretaría de Transparencia de la Presidencia de la República o quien haga sus veces, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la Agencia Nacional de Contratación Pública.

La metodología que se adopte será la base para la planeación sectorial e institucional de las entidades de la Rama Ejecutiva del Orden Nacional señaladas en el campo de aplicación del presente decreto y de obligatoria aplicación.

**Parágrafo:** El Departamento Administrativo de la Función Pública, en coordinación con las instancias y organismos señalados en el presente artículo, podrá ajustar la metodología cuando lo considere necesario.

**Artículo 5. Reporte de Avances de la Gestión:** Los reportes de avance de gestión de las entidades de la Rama Ejecutiva del orden nacional deberán registrarse en los plazos que señale la metodología que adopte el Departamento Administrativo de la Función Pública.

Para el registro de los reportes de avance por parte de las entidades de la Rama Ejecutiva del orden nacional, adóptese como medio de captura de información y seguimiento el Formulario Único de Reporte y Avance de la Gestión.

Continuación del Decreto " Por el cual se establecen los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión"

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deberá desarrollar la herramienta en línea que contenga el Formulario Único, el cual se deberá diseñar bajo las orientaciones impartidas por las entidades que lideran las políticas de desarrollo administrativa señaladas en el artículo anterior.

**Parágrafo:** El primer reporte en el Formulario Único de Reporte y Avance de la Gestión de las entidades de la Rama Ejecutiva del orden nacional, se deberá efectuar a más tardar el 30 de Julio de 2013.

**Artículo 6. Instancias:** En la Rama Ejecutiva del orden nacional, serán responsables de liderar, coordinar y facilitar la implementación del modelo, las siguientes instancias:

- a) **A nivel sectorial**, el Comité Sectorial de Desarrollo Administrativo, presidido por el Ministro o Director del Departamento Administrativo del sector respectivo y los directores, gerentes o presidentes de los organismos y entidades adscritas o vinculadas. La Secretaría Técnica de este comité será ejercida por el Jefe de la Oficina de Planeación o quien haga sus veces, del Ministerio o Departamento Administrativo correspondiente.

El Comité de Desarrollo Administrativo, de conformidad con lo señalado en la Ley 489 de 1998 modificada por el Decreto 019 de 2012, deberá hacer seguimiento a las estrategias sectoriales por lo menos una vez cada tres (3) meses.

- b) **A nivel institucional**, Comité Institucional de Desarrollo Administrativo, instancia orientadora del Modelo Integrado de Planeación y Gestión en donde se discutirán todos los temas referentes a las políticas de desarrollo administrativo y demás componentes del modelo. Este comité sustituirá los demás comités que tengan relación con el modelo y no sean obligatorios por mandato legal.

En el nivel Central, dicho comité será liderado por el Viceministro o Subdirector de Departamento Administrativo o Secretarios Generales. En el nivel descentralizado, por los Subdirectores Generales o Administrativos, o los Secretarios Generales o quienes hagan sus veces. La Secretaría Técnica de este comité será ejercida por el Jefe de la Oficina de Planeación o quien haga sus veces.

**Parágrafo:** Las Asambleas Departamentales y los Concejos Distritales y Municipales, dispondrán la conformación del Comité de Desarrollo Administrativo en sus respectivas entidades territoriales y definirán las instancias que consideren necesarias para la implementación de las políticas de desarrollo administrativo.

En las entidades autónomas y las sujetas a regímenes especiales, en virtud de mandato constitucional, el máximo órgano de dirección determinará las instancias que considere necesarias para efectos de implementar las políticas de desarrollo administrativo en sus entidades y organismos.

**Artículo 7. Monitoreo, control y evaluación del Modelo Integrado de Planeación y Gestión:** En la Rama ejecutiva del orden nacional, el monitoreo, control y evaluación del Modelo Integrado de Planeación y Gestión se adelantará a través del Sistema de Seguimiento a Metas de Gobierno del Departamento Nacional de Planeación, el cual contiene la información de seguimiento a los indicadores de Gobierno definidos por los diferentes sectores, y del Modelo Estándar de Control Interno – MECI - o el que lo remplace, el cual proporciona mecanismos e instrumentos de control para la verificación y evaluación de la estrategia y la gestión de las entidades.

**Artículo 8. Publicación y consulta.** El Modelo Integrado de Planeación y Gestión de que trata el presente Decreto, que incluye el Plan de Acción del artículo 74 de la Ley 1474 de 2011, deberá ser publicada en las páginas web de cada una de las entidades y se constituye en el único mecanismo de consulta de otras entidades que requieran la información.

DECRETO NÚMERO ~~2482~~ de 2012 Hoja N°.

Continuación del Decreto " Por el cual se establecen los lineamientos generales para la integración de la planeación y la gestión"

**Artículo 9. Vigencia.** El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación, deroga el Decreto 3622 de 2005 y las normas y disposiciones que le sean contrarias.

**PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.**

Dado en Bogotá, D. C., a

**3 DIC 2012**



LA DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO  
DE LA FUNCIÓN PÚBLICA,



**ELIZABETH RODRIGUEZ TAYLOR**