

IPV6 EN LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA: ESTADO DEL ARTE

IPv6 at the Universidad of Pamplona: State of the art

RESUMEN

El crecimiento extraordinario de las nuevas tecnologías y, en especial, la futura implementación del Protocolo *IP* en su versión 6 (*IPv6*) abre un enorme abanico de posibilidades, actividades y nuevas formas de comunicarse, trabajar, comprar, relacionarse con otras personas y, en definitiva, desempeñar las tareas cotidianas de nuestra vida.

El propósito de este estudio es aportar una serie de conocimientos básicos de carácter técnico, necesarios para conocer *IPv6*, su funcionamiento y el estado actual de su implementación a nivel mundial para, posteriormente, entrar a conocer los posibles problemas y soluciones, en una red nativa en la Universidad de Pamplona.

PALABRAS CLAVES: IPv4, IPv6. TCP/IP

ABSTRACT

The extraordinary growth of new technologies and, specifically, the future implementation of the IP Protocol in version 6 (IPv6) opens an enormous variety of possibilities, activities and new ways to communicate, work, buy, establish new means of relationships with other people and, therefore, to carry out most of the activities of our daily life.

The purpose of this study is to contribute some basic knowledge about the technical specifications of IPv6 (what is IPv6, how it operates and the current worldwide situation of its implementation). It also of view, the problems and possible solutions, in a native network at the Universidad of Pamplona.

KEYWORDS: IPv4, IPv6. TCP/IP

1. Introducción

Internet se ha convertido en un recurso crítico para el funcionamiento de más y más instituciones de diversa naturaleza. Lejos están ya los días en que sólo las empresas relacionadas directamente con las tecnologías de la información eran las únicas para las cuales el acceso a Internet resultaba imprescindible para su operación.

Hoy en día instituciones de toda naturaleza y tamaño requieren conectividad global ya sea para proveer servicios a través de Internet, para relacionarse con sus proveedores e incluso para el funcionamiento cotidiano de las operaciones internas. Esto implica que una interrupción en el acceso a Internet supone un alto costo, por lo que existe una fuerte demanda de mecanismos que brinden un alto nivel de tolerancia a fallos en la conexión a Internet.

El Protocolo de Internet define como se comunican los dispositivos a través de las redes. La versión 4 de *IP* (*IPv4*), que actualmente es predominante, contiene aproximadamente cuatro mil millones de direcciones *IP*, las cuales no son suficientes para una duración ilimitada.

LUZ MARINA SANTOS JAIMES

Ingeniera de Sistemas. M. Sc
Docente Tiempo Completo
Directora Grupo de Investigación
Ciencias Computacionales
Categoría C inscrito en Colciencias
Universidad de Pamplona
lsantos@unipamplona.edu.co

DEWAR WILLMER RICO BAUTISTA

Ingeniero de Sistemas. MCC (c)
Docente Tiempo Completo
Ocasional
Grupo de Investigación Ciencias
Computacionales
Categoría C inscrito en Colciencias
Universidad de Pamplona
dewarrico@unipamplona.edu.co,
ing_dewar@yahoo.com

Dicho agotamiento del espacio aún disponible de direcciones *IPv4* se va aproximando en muy pocos años. Esto va a afectar el negocio de los *ISPs* existentes, llegando en cierto punto, a la creación de nuevas *ISPs*. Como una de las consecuencias, puede tener un impacto más profundo en las regiones en desarrollo (África, Asia y América latina/el Caribe) donde no está todavía tan extensa la penetración de Internet.

Hay varias maneras potenciales de reducir al mínimo los problemas que se presentan por el agotamiento *IPv4*, y es claro que varias de estas soluciones serán adoptadas en paralelo. *IPv6* es una de ellas, una actualización de *IP* ofrece muchas más direcciones lógicas y características mejoradas de seguridad permitiendo así la intercomunicación de miles de millones de nuevos dispositivos (agendas electrónicas, teléfonos móviles, dispositivos, etc.) y nuevos usuarios (países como China, India, etc.). El uso de banda ancha para todos, y tecnologías “siempre conectadas”, como *xDSL*, cable,

Ethernet hasta el hogar, fibra hasta el hogar, comunicaciones a través de la red eléctrica (*PLC*), etc.¹

2. Justificación

El problema que se pretende abordar por medio de la propuesta corresponde a la necesidad que la Universidad de Pamplona tiene para atender nuevas demandas educativas proyectadas desde la región y desde el desarrollo de la ciencia, el arte, la técnica y las humanidades; siendo un ente autónomo que tiene su régimen especial, personería jurídica, autonomía administrativa, académica, financiera, patrimonio independiente, y perteneciente al Ministerio de Educación Nacional. Desde este punto de vista, la Universidad cumple su histórica misión de formación e investigación con un marcado énfasis en el servicio social el cual se intenta consolidar en su Proyecto Educativo Institucional (PEI)².

Para lograrlo es necesario crear, generar, desarrollar un programa de investigaciones sobre la región para profundizar en su conocimiento y construir posibilidades de desarrollo, siendo un producto de investigación de la Facultad de Ingenierías el grupo Ciencias computacionales (CICOM) reconocido como Categoría C inscrito en Colciencias.

Por eso es justificable el proyecto y para seguir siendo competitivos y:

- Llegar a ser la compañía/institución referencial para la transición a IPv6.
- Ganar los conocimientos de “*IPv4-to-IPv6 transition*” para poder decidir sobre ¿Cuándo comenzar el proceso?,
- Proveer servicios de consultoría a las empresas, gobiernos y proveedores.
- *IPv6* sobre las redes nacionales ayudará a generar nuevas líneas de rentabilidad.
- Identificar las nuevas oportunidades para proveer servicios seguros de primera-clase (seguridad, movilidad, sensores, *e-commerce*)

Este informe presenta los avances realizados en la investigación durante los primeros 6 meses de su desarrollo detallando los adelantos obtenidos en el reconocimiento del estado del arte, la definición adecuada de la investigación y la proyección de las tareas a realizar para la consecución de los objetivos planteados.

3. Resultados

Las tareas llevadas a cabo hasta el momento respecto del desarrollo de la investigación abarcaron sobre todo la contextualización del problema; es así como se cubrieron

los primeros objetivos que dan cuenta de la apropiación conceptual de la problemática en cuestión a partir de la construcción del estado del arte.

El estado del arte es una de las primeras etapas que debe desarrollarse dentro de una investigación, puesto que su elaboración, que consiste en “ir tras las huellas” del tema que se pretende investigar, permite determinar cómo ha sido tratado el tema, cómo se encuentra en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias.³

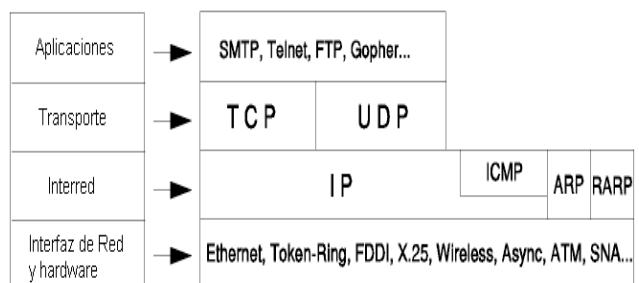
3.1 Avances en el marco conceptual

Dentro de los aspectos o paradigmas teóricos que delimitan el proyecto de investigación se pueden citar dos pilares conceptuales que se encuentran fuertemente relacionados, estos son: *TCP/IP*, *IPv4* e *IPv6*. Estos términos conforman los fundamentos teóricos de la investigación, en la que se pretende realizar el análisis del protocolo *IPv4* junto con su posible sucesor el protocolo *IPv6*. Se identificaron las fuentes primarias y los avances más significativos y actuales en las principales áreas del conocimiento requerido para el desarrollo de la investigación:

3.1.1 TCP/IP

El primer objetivo de diseño de *TCP/IP* fue construir una interconexión de redes que proporcionen servicios de comunicación universal. Cada red física tiene su propia interfaz de comunicación dependiente de la tecnología en forma de interfaz de programación que proporciona funciones de comunicación básica (primitivas). Los servicios de comunicación se proporcionan mediante software que se ejecuta entre la red física y las aplicaciones de usuario y que proporcionan una interfaz para estas aplicaciones, independiente de la red física subyacente. La arquitectura de las redes físicas es transparente al usuario.

El segundo objetivo es interconectar diferentes redes físicas para formar lo que aparentemente es una red grande para el usuario. *TCP/IP*, se modeló por capas. Esta representación por capas le da el término pila de protocolos, que es sinónimo de familia de protocolos.



¹[1]www.ipv6tf.org/pdf/the_choice_ipv4_exhaustion_or_transition_to_ipv6_v4.4.pdf

²[2]Proyecto Educativo Institucional. www.unipamplona.edu.co

³[3]docencia.udea.edu.co/bibliotecologia/seminario-estudios-usuario/unidad4/estado_arte.html

(VER Fig.1):

Figura.1. Protocolos en el Modelo de capas de TCP/IP

3.1.1.1 Estado del arte

Internet presenta un ejemplo evolutivo de investigación y desarrollo informático, donde se han visto involucrados el gobierno, la industria y los centros de investigación. Se privatizó en 1987, dando lugar en pocos años a una congestión de información y comercial que dejaba sin capacidad de transmisión de datos a las universidades y centros de investigación para dar soporte a una investigación de alto nivel mundial.

A continuación se muestra este crecimiento y distribución de usuarios de Internet (VER Fig.2, Tabla1, Tabla2).

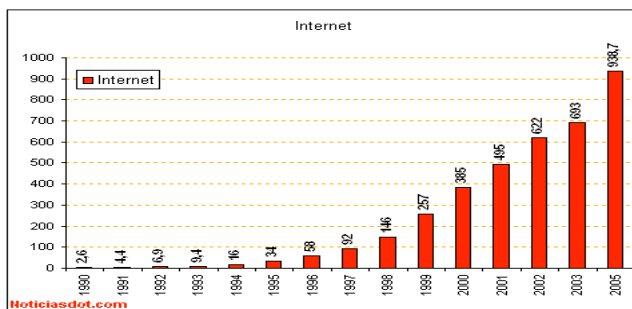


Figura. 2. Evolución histórica del número de usuarios de Internet (en millones)⁴

	2001	2002	2003	2005
África	6,118	9,988	12,804	16,174
Asia	151	207,804	249,932	345,526
América (Canadá - EEU)	156,823	174,2	177,632	223,392
América Latina	29,484	42,745	46,845	68,13
Europa	142,303	174,746	192,56	269,036
Oceanía	9,596	12,62	13,653	16,448
	495,324	622,103	693,426	938,706

Tabla 1. Evolución histórica por continentes (en millones)⁵

Rank	País	Número de internautas en millones	Crecimiento de la población internauta entre 2000 et 2005	Penetración Población
1	EE.UU.	202,888	112,80%	68,50%
2	China	103	357,80%	7,90%
3	Japón	78,05	65,80%	60,90%

⁴[4]ww2.noticiasdot.com/publicaciones/2005/0905/1009/noticias/internet-numeros/images/intern2.gif

⁵[5]www2.noticiasdot.com/publicaciones/2005/0905/1009/noticias/internet-numeros/internet-numeros-03.htm

4	Alemania	47,127	96,40%	57,00%
5	India	39,2	684,00%	3,60%
6	Reino Unido	35,807	132,50%	59,80%
7	Corea del Sur	31,6	66,00%	63,30%
8	Italia	28,61	116,70%	48,80%
9	Francia	25,614	201,40%	42,30%
10	Brasil	22,32	346,40%	12,30%
11	Rusia	22,3	619,40%	15,50%
12	Canadá	20,45	61,00%	63,80%

Tabla 2. Población internauta: Top Países⁶

Algunos de los trabajos más relevantes relacionados con el área conceptual y operacional de esta investigación y las teorías subyacentes a estos son las temáticas que se desarrollan a continuación y que conforman un estado del arte en permanente evolución.

3.1.1.1.1 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados-Internacional

- REDIRIS⁷
Un modelo de gestión automatizada de dispositivos IP mediante Software Libre. Guijarro, J. ⁸
- EITAN ALTMAN ⁹
Unas de sus áreas de trabajo son: TCP/IP y control de flujo; Voz sobre IP; Evaluación de funcionamiento de las redes de telecomunicación; Redes de área local; Modelos, medida y valoración del tráfico, entre otros.
- RICHARD MÁRQUEZ¹⁰
Una de sus áreas de trabajo es el Análisis y modelado del TCP y de algunas de sus variantes.
- Ethernet Global y UETS: Características, retos y perspectivas ¹¹
Universidad Carlos III Madrid
- Red Inalámbrica Experimental 802.11b de Colegios de Enseñanza Media en la ciudad de Temuco-Chile¹²
Universidad de La Frontera-Temuco

3.1.1.1.2 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados-Nacional

- Grupo de Investigación en Redes y Sistemas Distribuidos – GIRSD¹³

⁶[6]www2.noticiasdot.com/publicaciones/2005/0905/1009/noticias/internet-numeros/internet-numeros-04.htm

⁷[7]http://gabriel.verdejo.alvarez.googlepages.com/pretesis-es-

2EstadodelartedelosDDOS.pdf

⁸[8]www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10704/1139207X_1.htm

⁹[9]http://www.sop.inria.fr/mistral/personnel/Eitan.Altman/me.html

¹⁰[10]www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/Curriculum/Ingenieria/rmarquez.pdf

¹¹[11]etherforum.org/uets/uets-telecom-id.pdf

¹²[12] http://www.senacitel.cl/downloads/senacitel2002/ID034.pdf

- Especificación del funcionamiento y configuración de redes *Ethernet (TCP/IP)* con *ATM*¹⁴
Yezid Donoso Meisel*, Alvaro Acero*
- Diseño e implementación de un sistema de comunicación y de mensajería de voz sobre *IP* a través de redes *LAN* conectadas por protocolo *TCP/IP*¹⁵
José armando Ballén Jiménez, Didier Martín Muñoz
Universidad el bosque, Bogotá, 2006
- Desarrollo e implementación de un software didáctico que sirva como apoyo en el proceso enseñanza - aprendizaje de los protocolos *TCP/IP* para las asignaturas de redes del plan de estudios de ingeniería de sistemas¹⁶
- Manual de detección de vulnerabilidad desde sistemas operativos Linux y Unix en redes *TCP/IP*
Universidad del valle, Santiago de Cali, 2004.¹⁷
- Estudio del impacto de seguridad en el desempeño de internet¹⁸
Carlos Marlon Coral Ortiz, Ing. de Sistemas. c-coral@uniandes.edu.co
Alejandro Quintero García, I.S., Ph.D. aquinter@uniandes.edu.co

3.1.2 IPv4

IPv4 es la versión 4 de *IP* y constituye la primera versión de *IP* que es implementada de forma extensiva. *IPv4* es el principal protocolo utilizado en el Nivel de Red del Modelo *TCP/IP* para Internet. Fue descrito inicialmente en el RFC 791 elaborado por la Fuerza de Trabajo en Ingeniería de Internet (*IETF* o *Internet Engineering Task Force*) en Septiembre de 1981, documento que dejó obsoleto al RFC 760 de Enero de 1980. *IPv4* es un protocolo orientado hacia datos que se utiliza para comunicación entre redes a través de interrupciones (*switches*) de paquetes (por ejemplo a través de *Ethernet*).

Tiene las siguientes características:

- Es un protocolo de un servicio de datagramas no fiable (también referido como de mejor esfuerzo).
- No proporciona garantía en la entrega de datos.
- No proporciona ni garantías sobre la corrección de los datos.
- Puede resultar en paquetes duplicados o en desorden.

3.1.2.1 Estado del arte

¹³[13]scienti.colciencias.gov.co:8081/ciencia.war/search/EnProyectoGr/xmlInfo.do;jsessionid=ADF5E07B08D911142C2A381CEBD6BF7D?nro_id_grupo=00696098155418&seq_proyecto=19237

¹⁴[14]www.uninorte.edu.co/publicaciones/upload/pdfs/ingenieria_n10.pdf

¹⁵[15]sistemasunbosque.edu.co/webinves/tesis0602/TesisBallenmunoz.pdf

¹⁶[16]www.ufps.edu.co/registro/sistemas/htdoc/formacio.htm

¹⁷[17]www.univalle.edu.co/~telecomunicaciones/trabajos_de_grado/info_rmes/tg_JesusCifuentes_CesarNarvaez.pdf

¹⁸[18]agamenon.uniandes.edu.co/~revista/articulos/seguridad/memtes.htm

IPv4 utiliza direcciones de 32 bits (4 bytes) que limita el número de direcciones posibles a utilizar a 4.294.967.295 direcciones únicas. Sin embargo, muchas de estas están reservadas para propósitos especiales como redes privadas, Multidifusión (*Multicast*), etc.

Debido a esto se reduce el número de direcciones *IP* que realmente se pueden utilizar, es esto mismo lo que ha impulsado la creación de *IPv6* como reemplazo eventual dentro de algunos años para *IPv4*.

3.1.2.1.1 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados-Internacional

- Experiencias de Voz sobre *IP* en la Universitat de les Illes Balears. Pérez, A. / Serra, B. / Sola, A.¹⁹
- Comparación de la eficiencia en la transmisión de tráfico de videoconferencia de los protocolos *IPv4* e *IPv6*. Torres, r.²⁰
- Analizador en tiempo real de calidad de servicio en redes *IP*. Navarro, A.
- Modelado y arquitecturas para la caracterización de la intrusión en redes *IP*. D. Angel Grediaga Olivo. Tesis Doctoral Universidad Miguel Hernández de Elche - España²¹
- Caracterización, implementación y usos de túneles *IP* sobre la capa de aplicación²² Montevideo, 12 de agosto de 2005

3.1.2.1.1 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados-Nacional

- Creación y especificación de subredes *IP* por medio de un enrutador con dos Puertos *LAN*²³
- Características de la interconexión entre *ATM* e *IP* utilizando *IP* clásico²⁴

3.1.3 IPv6

IPv6 es una actualización del Protocolo de Internet, el cual es clave para el funcionamiento de la Red. Un aspecto muy importante desde que se inició el diseño de *IPv6* fue el reconocimiento de que tendría que coexistir en la red con *IPv4* durante un largo periodo de tiempo. Esto es debido al hecho de que ya existen millones de

¹⁹[19]www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10303/11335408_1.htm
Boletín de la red nacional de I+D, RedIris, 2002-2003 DIC-ENE; (62-63)

²⁰[20]www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10704/1139207X_1.htm
Red Iris : boletín de la red nacional de I+D, 2007 DIC-ENE; (78-79)

²¹[21]www.criptored.upm.es/investigacion/tesis_m093.htm

²²[22]www.universitario.edu.uy/Proyectos/Proyectos/2005/Caract.%20implementacion%20y%20usos%20de%20tuneles%20IP%20en%20capa%20de%20aplicacion.pdf

²³[23]www.uninorte.edu.co/publicaciones/upload/pdfs/ingenieria_n09.pdf

²⁴[24]www.uninorte.edu.co/publicaciones/upload/pdfs/ingenieria_n05.pdf

dispositivos, aplicaciones y servicios, los cuales no pueden ser desconectados ni tan siquiera por un momento. Internet ha llegado a ser una infraestructura crítica, y no hay modo alguno de pararla, ni tan siquiera por una única noche, realizar una actualización y tener *IPv6* funcionando en toda la Red.

Es también fácil entender que aún cuando fuéramos capaces de hacerlo así, todavía habría dispositivos que no podrían ser actualizados para soportar *IPv6*, por ejemplo en aquellos casos en los cuales el fabricante ha desaparecido y posiblemente no tenemos acceso al código existente en su interior para actualizarlo nosotros mismos. Por este motivo, *IPv6* ha sido diseñado junto a un conjunto de mecanismos de transición, los cuales permiten la coexistencia de ambos protocolos, *IPv4* e *IPv6*, tanto tiempo como sea preciso (Ver Fig. 3), lo cual dependerá de innumerables factores, escenarios de red, sectores de negocio, etc. Además, estos mecanismos de transición facilitan la integración de *IPv6* en la red Internet existente hoy con *IPv4*.

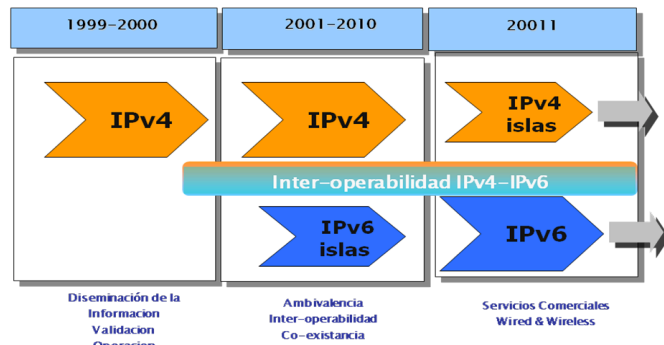


Figura.3. Calendario de Transición²⁵

Técnicamente hablando, podemos decir que *IPv6* está maduro: Hoy es posible hacer con *IPv6* todo lo que podemos hacer con *IPv4* y mucho más. Claramente podemos prever un mayor desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones gracias a la implantación de *IPv6*. *IPv6* traerá de nuevo la innovación a Internet, la innovación que el despliegue de *NAT* con *IPv4* llegó a detener.

Un par de años atrás, muchas redes tan sólo soportaban *IPv4* y muy pocas *IPv6*. Hoy la situación ha cambiado radicalmente y más y más redes comerciales ya soportan *IPv6*. En un futuro próximo, veremos toda la red Internet soportando tanto *IPv4* como *IPv6*, e incluso llegaremos al punto en que algunas redes dejarán de soportar *IPv4*.

Por supuesto, la comunicación extremo-a-extremo con *IPv4* seguirá siendo posible, porque utilizaremos mecanismos de transición, pero en sentido inverso al que lo hacemos ahora cuando deseamos utilizar *IPv6* en redes que solo soportan *IPv4*.

²⁵[25]www.inictel.gob.pe/ipv6/downipv6/Final-IPv6%20y%20la%20Seguridad.ppt

3.1.3.1 Estado del arte

Diversas instituciones públicas y privadas están fuertemente vinculadas con el compromiso de impulsar el despliegue de *IPv6*, incluyendo la Comisión Europea, el Departamento de Defensa Norteamericano, etc.

A nivel internacional, fue México el pionero en la investigación y realización de pruebas con el protocolo *IPv6*, seguido de países como España, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, entre otros. En Colombia apenas se está comenzando a incursionar en la temática de *IPv6*: UniNet, una Red Universitaria, sin ánimo de lucro cuyo fin es integrar servicios proporcionados a través de Internet, para ofrecerlos a comunidades virtuales, creadas por personas y organizaciones, lidera un proyecto de implementación de redes basadas en este protocolo, del cual ya forman parte la Universidad de Magdalena y la del Cauca, mencionando también a la *Universidad de Pamplona* con la implementación del túnel con la Universidad Nacional Autónoma de México.

3.1.3.1 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados - Internacional

- UNAM²⁶
Entre las instituciones latinoamericanas están: Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile y las universidades UBio-Bio, UFRO y UDLA; RETINA, y las universidades LINTI-UNLP, UBA, de Argentina; EAFIT y las universidades UdeA, UniCauca y **UniPamplona** de Colombia; INICTEL, NITCOM, y la UNI de Perú, etc.
- Dialnet²⁷
Es un portal de difusión de la producción científica hispana.
- REDIRIS
 - Demostrador de movilidad *IPv6* para redes móviles de 4G.²⁸
 - Catálogo de requisitos de prueba para la transición de *IPv6*. Olvera, C.²⁹
 - Nuevo modelo de punto de intercambio de tráfico en *IPv6*. García, J.A.³⁰
- Desarrollo de ambientes interactivos tridimensionales para la educación.³¹
- ESTADO DEL ARTE DE *ipv6* MÓDULO IPPLAN v6³²

²⁶[26] <http://www.ipv6.unam.mx/>

²⁷[27] dialnet.unirioja.es/

²⁸[28] www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10201/11335408_1.htm

²⁹[29] www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10704/1139207X_1.htm

³⁰[30] www.ucm.es/BUCM/compludoc/S/10502/11335408_2.htm

³¹[31] isabel.dit.upm.es/component/option,com_docman/task,doc_view/gid,407/

³²[32] www.universitario.edu.uy/Proyectos/Proyectos/2005/Estado%20del%20arte%20de%20IPv6%20y%20modulo%20IPv6%20para%20IPPlan.pdf

- Diseño y simulación de la implementación de tecnologías y procedimientos de transición del protocolo *IPv6* en *INTRANETS* usando un *IPv6 test bed*.³³

3.1.3.1 Fuentes Primarias – Trabajos Relacionados - Nacional

- Diseño e Implementación de una Arquitectura para la transmisión de video de alta calidad sobre redes IP 2006 – Actual³⁴
- Prueba de conectividad y tiempo de respuesta del protocolo *IPv6* en redes *LAN*³⁵
- GRUPO CIENCIAS COMPUTACIONALES (CICOM) UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

3.2 Logros en relación con los objetivos

- Recolección de información referente a las temáticas principales de investigación en el área de interés de la propuesta, como son *TCP/IP*, *IPv4* e *IPv6* a través de consultas en bases de datos especializadas, bibliografía técnica, artículos en revistas especializadas, contactos con otros investigadores en el área, para obtener un referente de los trabajos que se hayan realizado en esta área y determinar completamente las necesidades y el área de conocimiento abarcada por la investigación así como la forma en que dichos conocimientos se interrelacionarán en la solución del problema, que serán plasmados en un ESTADO DEL ARTE actualizado que se encuentra en continua evolución.
- Análisis, filtrado y clasificación de la información recolectada partiendo de la lectura del material, resaltando los RFC actualizados de las características principales relacionadas con el protocolo *IPv6*.
- Evaluar que plataformas computacionales soportan *IPv6*.
- Configurar el software necesario para implementar la red *IPv6*.
- Configurar servicios de Internet con soporte *IPv6*.

3.4 Actividades pendientes

- Realizar una documentación práctica a través de guías de laboratorios involucrando los protocolos *TCP* e *IP*. Realizar una comparación documentada entre *IPv4* e *IPv6* estableciendo ventajas y desventajas con respecto a la seguridad y rendimiento.
- Estudiar la seguridad del protocolo *IPv6* en la red implementada.

- Estudiar y analizar los servicios avanzados de red, como son *QoS/CoS*, y movilidad.

4. Conclusiones

- El problema del crecimiento se presenta en todas las redes mundiales y todas experimentan algún tipo de congestión, las consecuencias que puede traer la mala planificación de dicho crecimiento es que éste no sea sostenible a corto o a largo plazo.
- En Colombia y específicamente en la Universidad de Pamplona debe preparar sus infraestructuras de comunicaciones para las economías del futuro, promoviendo o apoyando activamente la adopción del protocolo *IPv6*. Luego si la Universidad es factor de desarrollo regional, a través de ella la sociedad toma decisiones educativas que corresponden con sus intereses; por lo tanto, las diversas prácticas de formación, investigación y proyección social, estarán al servicio de las respuestas que la Universidad brinde a la sociedad.
- Todo lo expresado ha derivado que ya se está trabajando en la mayoría de las Universidades y organizaciones de primer nivel. Por su inminente utilización a escala mundial, se denota la importancia de su estudio y el conocimiento del mismo.

4. Referencias Bibliográficas

- [1] Barbera J., Retazos de una década prodigiosa. "Boletín de Red IRIS", 44, 1998, pp. 21-24.
- [2] Barry M., Vinton G., David D., Robert E., Kleinrock L., Una breve historia de Internet, Asociación de Técnicos en Informática, 1997.
- [3] Dailey, L, Internet2 Upgrades Backbone, IEEE Internet Computing, December 2001, Pag. 27.
- [4] S. Deering and R. Hinden. RFC 2460: Internet Protocol, Version 6 (*IPv6*) specification, December 1998. Obsolete RFC1883 [?]. Status: DRAFT STANDARD.
- [5] Jose M. Femena. *IPv6 practico*, May 2001. <http://www.rediris.es/red/reuniones/IPv6practico.pdf>.
- [6] V. Fuller, T. Li, J. Yu, and K. Varadhan. Classless interdomain routing (CIDR), RFC 1519 September 1993.
- [7] Hunt C., *TCP/IP Network Administration*, Third Edition, 2002.
- [8] Krol E., Hoffman E., RFC 1462 – FYI on “What is the Internet?”. Request For Comments, May 1993.
- [9] Lopez Ramón., ¡10 años! ¿Sólo 10 años?. "Boletín Red IRIS", 44, 1998.
- [10] Sanz M. A. Fundamentos históricos de la Internet en Europa y en España. "Boletín de Red IRIS", 45, 1998, pp. 22-36
- [11] Sterling B., *A Brief History of Internet, Fantasy and Science Fiction*, 1993.

³³[33] www.ing.unp.edu.ar/wicc2007/trabajos/ARSO.pdf

³⁴[34] scienti.colciencias.gov.co:8081/ciencia.war/search/EnProductoGr/xmlInfo.do?nro_id_grupo=00696098155418&seq_producao=83&cod_rh_cv=0000050458&seq_producao_cv=29120

³⁵[35] www.uninorte.edu.co/publicaciones/upload/pdfs/ingenieria_n11.pdf