

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED ACADÉMICA
AVANZADA EN EL PERÚ**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JORGE MAYTA POMPILLA

**PROMOCIÓN
1999 - II**

**LIMA – PERÚ
2006**

**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED ACADÉMICA
AVANZADA EN EL PERÚ**

Dedico este trabajo a:
Mis padres que
con su sabiduría y fortaleza me han conducido por el
camino del estudio y la superación.

A mi esposa Maria Esther, de quien
recibo muestras de amor y bondad todos los
días.

A mis hijos Erwin Jesús, Dariel Joel y Levi
Moisés quienes con su amor y ternura me han
proporcionado las fuerzas necesarias para llegar a
concluir este nuevo reto.

A mis amigos, que de uno u otra forma
contribuyeron a que este trabajo llegue a buen
puerto.

Y sobre todo agradezco a Dios por
todo lo que me ha regalado en esta vida.

SUMARIO

El presente trabajo pretende describir la importancia de contar con una red académica en nuestro país, basado en el protocolo ipv6, para el cual se plantearan tres propuestas.

Esta claro que la existencia en nuestro país de una red de comunicación de datos entre computadoras puesta al servicio de los usuarios del aparato científico-técnico representaría una gran ayuda para todos. El sistema científico técnico peruano sufre de graves problemas ya que no puede sustraerse a la crisis estructural que vive el país. Todo ello podría hacer más soportable si funcionara en el país una red que brindara servicios como el correo electrónico o permitiera la consulta a bancos de datos.

Desde el punto de vista técnico el nuevo protocolo IPv6, desarrollado por IETF.IPv6 (también conocido como IPng, "Internet Next Generation ") es una nueva versión de IP, diseñada como una evolución de IPv4 (el protocolo que se usa actualmente en Internet). IPv6 se puede instalar como una actualización de software en las maquinas y es capaz de trabajar con el actual IPv4. Se prevé que se empiece a desplegar de una manera gradual, puesto que hay que mantener todas las infraestructuras que actualmente funcionan con IPv4.

ÍNDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Introducción	3
1.2 Motivación.	3
1.3 Antecedentes.	4
1.4 Planteamiento de los Objetivos.	5
1.5 Resumen del Capitulo	6
CAPÍTULO II:	
ESTADO DEL ARTE	
2.1 ¿Qué son las Redes Académicas Avanzadas?	7
2.2 Redes Académicas Avanzadas en otros países.	8
2.2.1 Red Abilene	8
2.2.2 Red Geant	9
2.2.3 Red Cananarie	11
2.2.4 Red Iris	12
2.2.5 Red Reuna	14
2.2.6 Red Cudi	16
a) Objetivos	18
2.3 Otras redes Académicas en el mundo	18

2.4 Proyecto Clara	20
2.5 Red Académica Peruana.	22
2.6 Resumen del Capitulo.	23

CAPITULO III:

POR QUÉ IPV6

3.1 Análisis Crítico de la Problemática de la Actual Internet.	25
3.1.1 Nuevos Servicios para la Población.	25
3.1.2 Aporte al Mejoramiento de los Procesos de las Empresas.	25
3.1.3 Libre Acceso y Mayor Información para la Población.	25
3.2 Estructura de la Actual Internet	26
3.3 Deficiencias de la Actual Internet	28
3.4 NAT	28
3.5 IPv6	29
3.5.1 Características Del IPv6	29
3.5.2 Estructura del Ipv6	30
3.5.3 Cabecera Ipv4 / Ipv6	30
a) Cabecera Ipv4	30
a) Cabecera Ipv6	31
3.5.4 Encabezado de la Extensión	33
3.5.5 Tipos de Direcciones en Ipv6	35
3.5.6 Representación de las Direcciones Ipv6	35
3.5.7 Aspectos Importantes de IPv6	35
3.6 Estrategias de Transición de IPv4 a IPv6	37
3.7 Mecanismos de Transición	38

3.7.1 Stack Híbrido	38
3.7.2 Túnel	39
3.7.3 Túnel Configurado	39
3.7.4 Túnel Broker	39
3.7.5 Resumen del Capítulo	41

CAPÍTULO IV:

PROPUESTA TÉCNICA

4.1 Generalidades	43
4.2 Primera Propuesta	44
4.2.1 Red Propia usando IPv6 Nativo	44
a) Nivel de Núcleo	45
b) Nivel de Distribución	45
c) Nivel de Acceso	46
d) Nivel de Inversión	49
4.3 Segunda Propuesta	56
4.3.1 Red IPv6 nativo, alquilando circuitos de fibra óptica a un Operador Local	56
4.4 Tercera Propuesta	56
4.4.1 Generación de Túneles IPv6 en la Red IPv4.	56
4.5 Resumen	57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	58
Recomendaciones	59

ANEXO A	61
ANEXO B	63
ANEXO C	73
ANEXO D	77
GLOSARIO	82
BIBLIOGRAFÍA	84

PROLOGO

Hoy en día, uno de los pilares del desarrollo de todo país radica en la ciencia y la tecnología. Las universidades y centros de investigación de todo país deben ser conscientes de este reto y que la tecnología debe estar al servicio de la generación de conocimiento. Todo esto con una política clara en la identificación de las áreas de investigación que necesita el país. Es aquí, donde Internet presenta la alternativa más adecuada como medio a través del cual se puede realizar Ciencia y Tecnología de manera distribuida y multidisciplinario.

Es en este escenario, que una nueva red dedicada a la investigación interconectando las universidades y centros de investigación del país es de una necesidad prioritaria. Esta red de investigación, denominada Red Académica Avanzada, está basada en nuevos protocolos como es el caso del Internet Protocol Versión 6 ó IPv6. El objetivo de esta nueva red es mantener una independencia con la actual Internet que tiene un uso más comercial.

Ejemplo de algunos de los países y regiones que cuentan con redes académicas avanzadas son: los Estados Unidos con su red Internet 2 desde 1998, Europa con su red GEANT, Asia del Pacífico con su red APAN. Chile con su red REUNA, Brasil con su red RNP2, México con su red CUDI, entre otras redes. Algunas tienen los protocolos IPv6/IPv4 (dual stack) y otros aun solo IPv4, este último como una estrategia de migración hacia una red con alto QoS.

Se ha culminado una primera etapa de especificación técnica de la red según las necesidades manifestadas por cada país para iniciar el proceso de licitación correspondiente. Esto ha obligado a los países donde todavía no cuentan con redes académicas, a iniciar un proceso de formación.

Hoy en día es necesario disponer en nuestro país de redes de telecomunicaciones de gran ancho de banda a lo largo de todo nuestro territorio para impulsar actividades de investigación que involucre a diversas facultades y haga más activa las relaciones entre los diversos centros de investigación y sus homólogos de otras universidades. Además la tendencia actual es contar con una red única universal que sea gestionada por una entidad y que soporte todo tipo de aplicaciones y servicios. Esta tendencia apunta a considerar a la Nueva Internet como la red donde van a converger las actuales y nuevas aplicaciones y servicios. Por esta razón y con los proyectos de conexiones mencionadas, es necesario que nuestro país cuente con una red que sea capaz de brindar una adecuada calidad de servicio y que pueda conectarse con CLARA y a su vez con GEANT. En este trabajo se presentarán diferentes propuestas para la implementación de una Red Académica Avanzada en su fase inicial, la cual solamente tendrá un alcance metropolitano (ciudad de Lima), pero que en el futuro será capaz de conectarse con los diversos centros educativos del Perú.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Hoy en día, uno de los pilares del desarrollo de todo país radica en la ciencia y tecnología (CyT). Las universidades y centros de investigación de todo país deben ser conscientes de este reto y que la tecnología debe estar al servicio de la generación de conocimiento. Todo esto con una política clara en la identificación de las áreas de investigación que necesita el país. Es aquí, donde Internet presenta la alternativa más adecuada como medio a través del cual se puede realizar CyT de manera distribuida y multidisciplinario.

Es en este escenario, que una nueva red dedicada a la investigación interconectando las universidades y centros de investigación del país es de una necesidad prioritaria. Esta red de investigación, denominada Red Académica Avanzada, está basada en nuevos protocolos como es el caso del Internet Protocol Versión 6 ó IPv6. El objetivo de esta nueva red es mantener una independencia con la actual Internet que tiene un uso más comercial.

1.2 Motivación

Las universidades y centros de investigación superior, como máximos exponentes en la formación, deben velar por la actualización de conocimientos de la población del territorio al cual prestan el servicio de la educación superior. De esta manera se impulsaría el desarrollo de los mismos y disminuiría en parte la migración de los pobladores hacia nuestra capital: Lima.

1.3 Antecedentes

En los últimos años en el Perú hubo varias iniciativas relacionadas con la creación de redes de comunicación de datos. Ellas se han producido tanto en el ámbito privado como en el estatal y el Universitario.

Son conocidas las experiencias de varias ONG conectándose a través de PERUNET con la red ALTERNEX. También los muchos fallidos intentos de conexión de varias universidades (la UNI, la PUC) con un nodo bitnet.

También, existen empresas privadas que brindan el servicio de correo electrónico internacional (además de otras facilidades).

Una Red que aspire a cubrir las necesidades de todo el sistema de Ciencia y Técnica debe ser diseñada teniendo en cuenta las características del mismo. En base al análisis de estas características (que serán resumidas mas adelante) proponemos que nuestro país encare decididamente la organización de una RED ACADEMICA NACIONAL.

La comunidad europea dentro del programa @LIS (Interconexión de los Recursos InformáticoS de las universidades y centros de investigación de España) ha iniciado una serie de proyectos con la participación de instituciones europeas y latinoamericanas. Uno de estos proyectos es CAESAR (Connecting All European and South American Researchers). Este proyecto tiene como objetivo establecer una conexión directa entre las redes académicas nacionales de Latinoamérica y la red europea GÉANT (red pan-europea de investigación a alta velocidad). Para esto, la Comunidad Europea a través de DANTE (organización que planea, construye y opera redes pan-Europeas para la investigación y educación), que es la entidad que gestiona GÉANT y encargada de ejecutar el proyecto CAESAR convocó el 13 y 14 de Junio de 2002 en la Universidad de Castilla de la Mancha en Toledo – España a una reunión para lanzar el mencionado proyecto entre los representantes de las redes académicas y de los países interesados en formar parte de CAESAR

A la fecha, se ha formado la entidad denominada CLARA (Cooperación LATinoamericana de Redes Avanzadas) que reúne a todos los países participantes en el proyecto CAESAR y representa el organismo de coordinación con DANTE. Se ha culminado una primera etapa de especificación técnica de la red según las necesidades manifestadas por cada país para iniciar el proceso de licitación correspondiente. Esto ha obligado a los países que todavía no cuentan con redes académicas, como es el caso del Perú, iniciar un proceso de formación.

Hoy en día es necesario disponer en nuestro país de redes de telecomunicaciones de gran ancho de banda a lo largo de todo nuestro territorio para impulsar actividades de investigación, estas redes deben involucrar a las diversas facultades y hacer más activa las relaciones entre los diversos centros de investigación y sus homólogos de otras

universidades. Por otro lado, la tendencia actual es contar con una red única y universal; que sea gestionada por una entidad y que soporte todo tipo de aplicaciones y servicios. Esta tendencia apunta a considerar a la nueva Internet como la red donde van a converger las actuales y nuevas aplicaciones y servicios. Por esta razón y con los proyectos de conexión mencionada, es necesario que nuestro país cuente con una red que sea capaz de brindar una adecuada calidad de servicio y que pueda conectarse con CLARA y a su vez con CAESAR. En este trabajo se presentarán diferentes propuestas para la implementación de una Red Académica Avanzada en su fase inicial, la cual solamente tendrá un alcance metropolitano (ciudad de Lima), pero que en futuro será capaz de conectarse con los diversos centros educativos del Perú.

1.4 Planteamiento de los Objetivos:

1. El medio de información y comunicación y por ende de desarrollo más importante que tenemos en la actualidad es el Internet. Sin embargo este medio presenta una serie de deficiencias tecnológicas que impiden que las nuevas aplicaciones multimedia se desarrollen sin problemas bajo esta red. El primer objetivo del presente trabajo será de presentar un análisis crítico de la actual Internet y las soluciones existentes.
2. La nueva Internet presenta como alternativa de desarrollo las llamadas “Redes Académicas Avanzadas”, formadas ya en los países más avanzados de nuestro planeta. El siguiente objetivo de este trabajo será de explicar en que consisten estas redes y cual es la experiencia obtenida en la implementación de las mismas en estos países.
3. Es muy importante contar con una “Red Académica Avanzada” en nuestro país que pueda conectarse sin problemas con las redes existentes en nuestro planeta. De esta manera propiciaremos un intercambio de información de nuestros pobladores con los centros de investigación más avanzados del mundo, y por ende lograremos un avance en nuestros pueblos. El último objetivo y el fundamental del presente trabajo es presentar propuestas técnicas de implementación de una red académica en su primera fase (Lima Metropolitana) que permita más adelante conectarse con las principales ciudades de nuestro país.

1.5 Resumen del Capitulo

Las redes que conectan computadoras son utilizadas ampliamente por científicos de casi todo el mundo para intercambiar todo tipo de información. En este trabajo se analizan las premisas que deben ser usadas para diseñar una Red de Comunicación de datos que brinde el servicio de correo electrónico al sistema científico técnico de nuestro país. Las instituciones nacionales e internacionales buscan crear de manera experimental una Red que conecte a nuestras instituciones entre si y con las instituciones universitarias y de investigación de todo el país.

La misma formaría parte de la red internacional y podrá utilizarse tanto como Red Nacional, como para acceder a otras redes internacionales como GEANT,CUDI,ABILENE, etc. Su diseño es tal que permitirá la conexión de todos los institutos y centros de investigación aunque los mismos solo cuenten con un equipamiento mínimo (una computadora personal no dedicada y un modem telefónico). Pensamos que esta red puede utilizarse como base para construir la RED ACADEMICA PERUANA.

CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE

2.1 ¿Qué son las Redes Académicas Avanzadas?

Actualmente, los proyectos de investigación requieren la participación de centros de investigación ubicados en regiones diferentes e incluso localizadas en continentes diferentes; así como la participación de investigadores de distintas formaciones (multidisciplinarios). Este nuevo reto en la investigación está obligando disponer de redes de comunicación con gran ancho de banda y mínimo retardo. Teniendo en cuenta que la Internet es la gran red que interconecta al mundo, es necesario considerar Internet como la red de comunicaciones que permita realizar estos tipos de investigaciones

Es ahí donde surgen las Redes Académicas Avanzadas basadas en una Internet que utiliza el nuevo protocolo IPv6 y nuevas arquitecturas de red. El objetivo de estas redes es interconectar a las universidades y centros de investigación a través de una red IP de banda ancha. Es decir, disponer de una nueva Internet que cumple con los objetivos iniciales de investigación y desarrollo (I+D) [7]. Por otro lado, existen ya redes académicas avanzadas en las principales regiones del mundo y están permitiendo no sólo solucionar problemas diversos en el campo de la medicina, ciencias básicas, biología, artes, entre otras; sino también distribuir los conocimientos obtenidos a otros investigadores.

El uso de redes avanzadas está produciendo cambios importantes en el ámbito de la investigación y la educación, otorgando nuevas herramientas que nos acercan cada vez más a otras comunidades científicas y educativas del mundo, de esta forma, las investigaciones se llevan a cabo entre equipos de trabajo distantes geográficamente, existe mayor interacción y apoyo entre investigadores, se pueden transferir grandes cantidades de información por medio de redes de alta velocidad y colaborar en investigación científica avanzada.

En nuestro país, como en cualquier país de Latinoamérica, es muy importante la implementación de estas Redes Académicas; pues permitirá ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la educación en todos sus niveles y modalidades, logrando un desarrollo

humano sostenible, disminuyendo las barreras, permitiendo igualdad de oportunidades y reduciendo significativamente las brechas educativas y digitales. Estas redes promueven una nueva cultura para la investigación y la docencia fundada en el trabajo cooperativo y la virtualización del debate científico.

No solamente obtendremos una nueva cultura educativa, sino que lograremos un alto nivel cultural, reduciendo significativamente los costos que demandan obtener dicho nivel.

2.2 Redes Académicas Avanzadas en otros Países.-

Actualmente, existen más de 25 redes académicas avanzadas; algunas agrupadas como redes regionales y otras consideradas como redes a nivel de país. Estas redes utilizan tanto el protocolo IPv4 como el IPv6 como protocolos nativos y algunas de ellas tienen planificado una migración total a IPv6. El ancho de banda en las mayorías de las backbones de estas redes está en el orden de las decenas de Gigabit por segundo. A continuación se describirá algunas de estas redes académicas avanzadas[2]:

2.2.1 Red Abilene

Una de las principales redes académicas avanzadas es Abilene [5], que viene a ser un esfuerzo de las universidades y las empresas de telecomunicaciones de los Estados Unidos de Norteamérica para interconectar más de 200 universidades y centros de investigación. Abilene es un backbone con tecnología de avanzada que es el soporte para el desarrollo y expansión de las nuevas aplicaciones que se desarrollan dentro de la comunidad de Internet2.

La red Abilene soporta el desarrollo de aplicaciones tales como laboratorios virtuales, librerías digitales, educación a distancia y teleinmersión; así como las avanzadas capacidades de red que son el foco de Internet2. Esta red se conecta con otras redes de investigación de altas capacidades de los Estados Unidos y a nivel Internacional.

Abilene conecta los "network aggregation points" regionales, llamados gigaPoPs, para soportar el trabajo de las universidades miembros de Internet2, ya que ellas desarrollan aplicaciones avanzadas de Internet[3].

Las metas de la Red Abilene son:

- Proporcionar un backbone avanzado de alta-disponibilidad para satisfacer las demandas de las aplicaciones de investigación avanzada que son desarrolladas por los miembros

de UCAID. Para lograr esto, Abilene intentará integrar los servicios de red avanzados que están siendo desarrollados actualmente.

- Proporcionar una red separada para permitir probar las capacidades de red avanzadas antes de su introducción en la red de desarrollo de aplicaciones. Se espera que estos servicios incluyan los estándares de calidad del servicio (QoS), multicasting y protocolos avanzados de seguridad y de autenticación.
- Proporcionar una red con los recursos necesarios para el estudio de redes, incluyendo diseños alternativos de red capaces de motorizar el avance de la red Abilene y también el estado del arte

A continuación presentamos un esquema de la red Abilene:

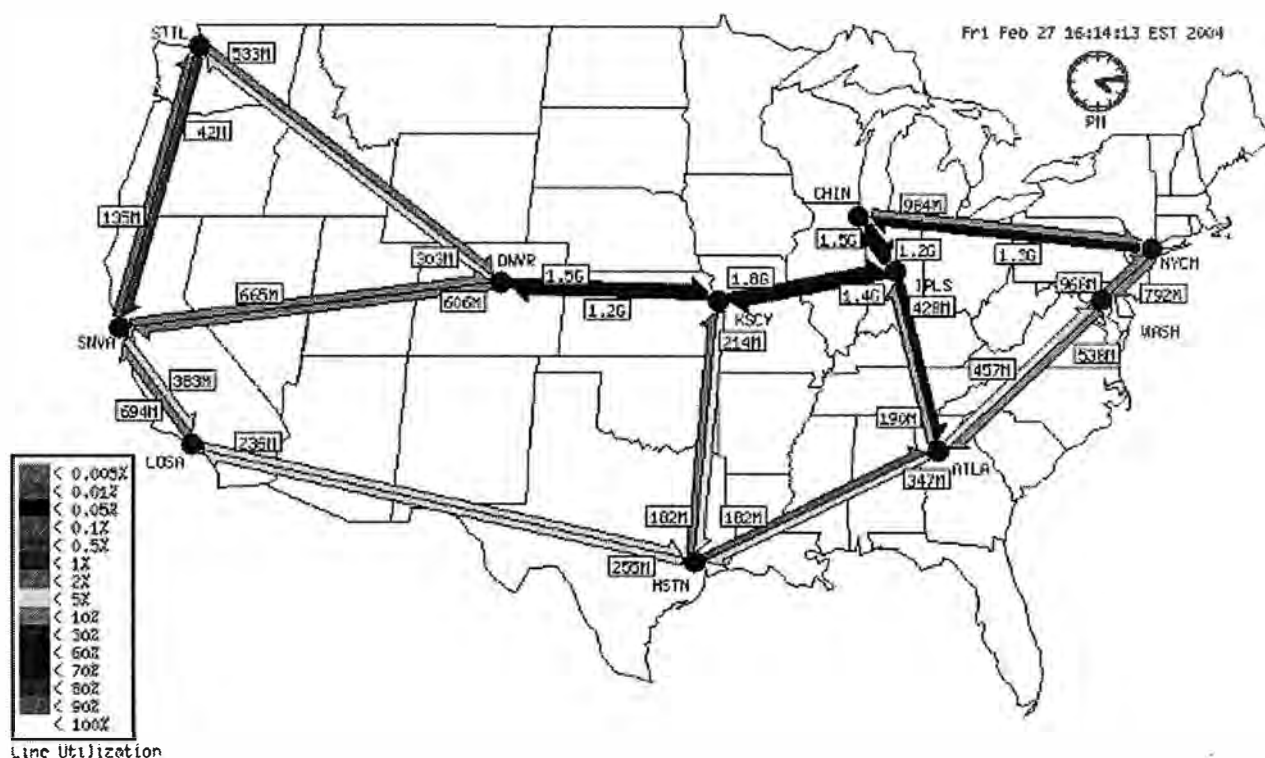


Figura 1: Red Abilene

2.2.2 Red Geant

La red pan-europea de investigación a alta velocidad GÉANT [13] entró en funcionamiento en noviembre de 2001 por un periodo de cuatro años. Está interconectada con 28 redes nacionales y regionales de investigación y de educación (NREN) de unos treinta países y ofrece servicios a más de 3.000 instituciones.

Financiada por la Comisión Europea y administrada por el consorcio DANTE, la red GÉANT sustituye a la red TEN-155 que utilizaba la tecnología ATM de 155 Mbit/s sobre una infraestructura de unos 22.000 Km. En el momento en el que se inauguró GÉANT,

había nueve enlaces de núcleo de 10 Gbit/s y otros once enlaces de núcleo de 2,5 Gbit/s. Durante el proyecto se actualizarán varios enlaces de menor capacidad.

GÉANT soporta tráfico de producción dentro de programas de investigación informática distribuida (GRID), aplicaciones nativas y multicast, VPN y el protocolo IPv6. Se conecta mediante tres circuitos dedicados de 2,5 Gbit/s con la red de investigación estadounidense Abilene, lo que le permite ser un par de la red de base Abilene de Nueva York y participar en el servicio International Transit Network (ITN) de los pares de Abilene fuera de Estados Unidos[4].

A continuación se presenta un esquema de la red GEANT:

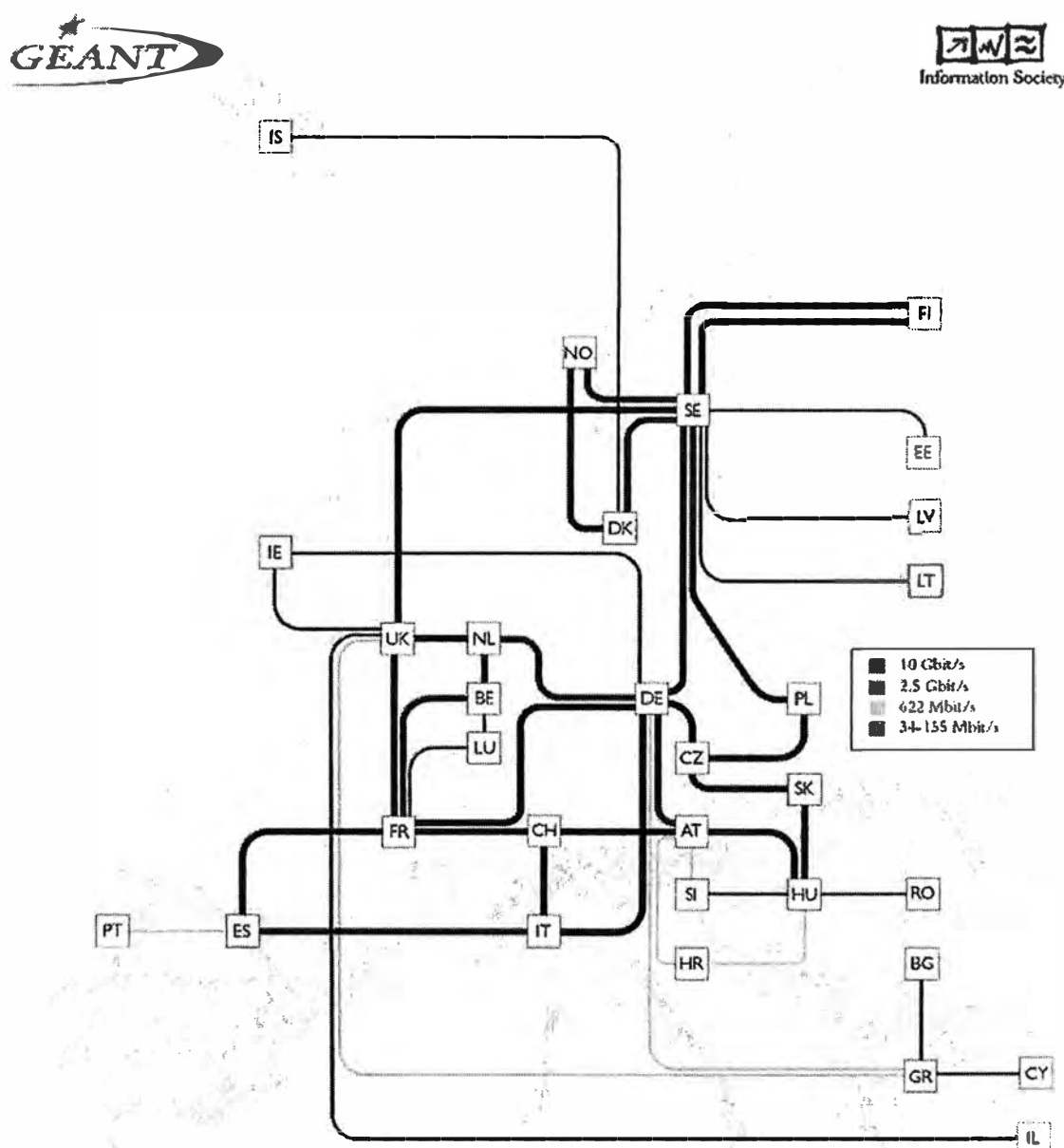


Figura 2.2 Red Geant

2.2.3 Red Canarie

CANARIE es una organización sin fines de lucro de desarrollo avanzado de Internet en Canadá, sustentado por sus miembros, socios de proyecto y el gobierno federal.

La misión de CANARIE es acelerar el desarrollo y uso avanzado de Internet en Canadá facilitando la adopción de tecnología de banda ancha y habilitando la próxima generación de productos avanzados, aplicaciones y servicios que corran sobre la misma.

La oficina central esta situada en Ottawa, Ontario. CANARIE cuenta con personal dedicado a tiempo completo a la investigación y ejecución de redes avanzadas y las aplicaciones que estimularán el desarrollo económico y aumentarán la competitividad internacional de Canadá.

CANARIE ya ha tenido éxito en la mejora de la velocidad de la red I + D por un factor de casi un millón desde su inicio en 1993. La organización ha garantizado también numerosos proyectos de aplicaciones avanzadas de Internet, proporcionando oportunidades a varias compañías para lograr éxito de negocio.

En febrero de 1998 , el gobierno federal anunció una aportación de US\$ 55 (cincuenta y cinco millones) de dólares americanos a Canarie a fin de construir una red I y D óptica nacional, (CA*NET3). A principios de marzo, CANARIE emitió la información referente a la estructura de la red del núcleo óptico y para la red de transporte.

CA*NET3 opere a hasta 40 Gigabits por segundo (Gbps), 250 veces la velocidad del backbone CA*NET II y cercanamente 750,000 veces la velocidad del CA*NET original. Ello se debe a la Multiplexación densa por división de longitud de onda (DWDM), la tecnología, que expande la capacidad de información de fibras ópticas

La conexión directa entre el equipo de DWDM y los routers lleva a la definición de la red como una "Internet Óptico". Mientras que otras redes ópticas avanzadas son todavía basadas en la tecnología de SONET, que han sido diseñadas básicamente para llevar de tráfico de voz, y luego trafico de datos, CA*NET3 ha sido diseñado desde un comienzo para llevar tráfico de datos.

A continuación hacemos un gráfico de la topología de red de Canarie:

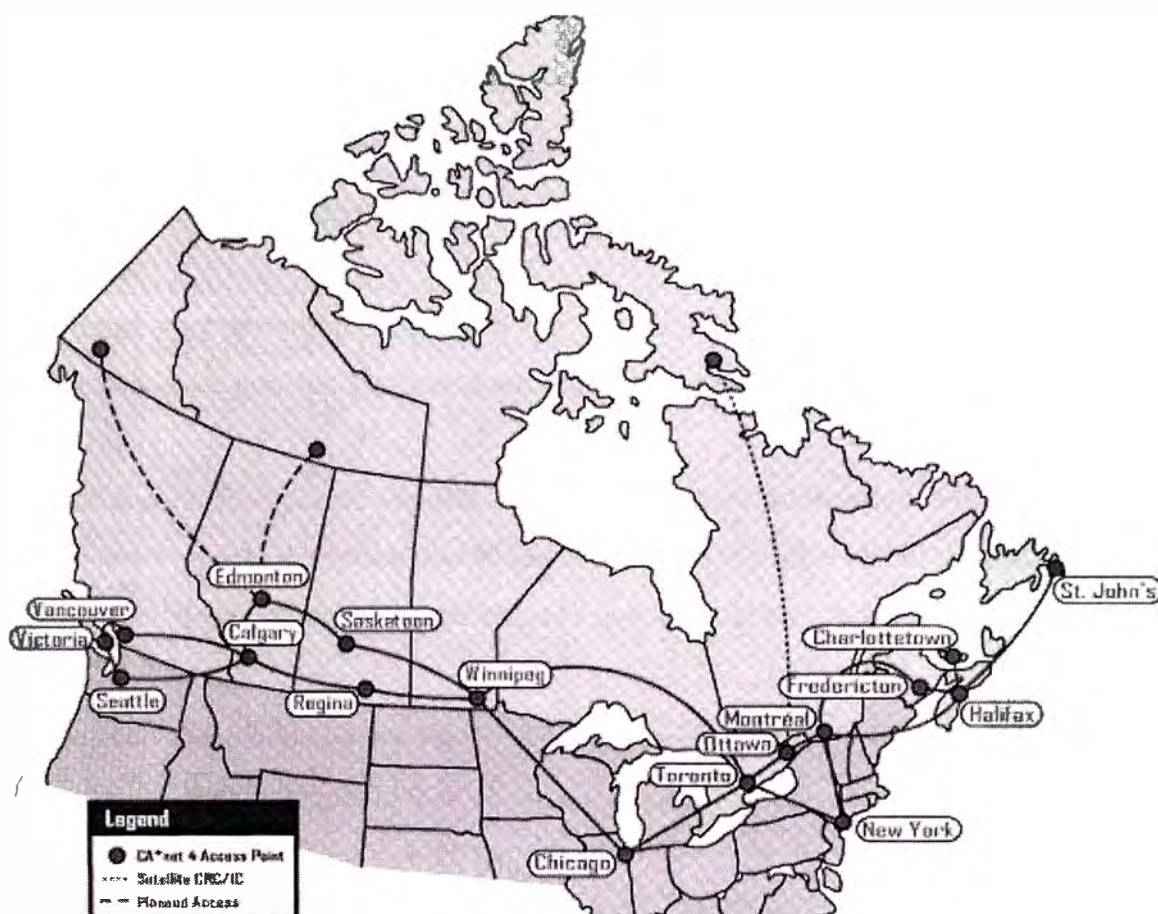


Figura 2.3 Red CANARIE

2.2.4 Red Iris

En el año 1988, el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo puso en marcha un programa horizontal especial -IRIS- para la Interconexión de los Recursos InformáticoS de las universidades y centros de investigación de España, y desde su inicio hasta finales de 1993 la gestión del Programa IRIS corrió a cargo de Fundesco. A partir de 1991, cuando se considera finalizada una etapa de promoción y lanzamiento, IRIS se transforma en lo que es actualmente RedIRIS: la red académica y de investigación española que sigue siendo patrocinada por el Plan Nacional de I+D y que desde enero de 1994 hasta 2003 ha sido gestionada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. A partir de enero de 2004 RedIRIS se integra como un departamento con autonomía e identidad propias en el seno de la Entidad Publica empresarial adscrita al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

RedIRIS cuenta con unas 250 instituciones afiliadas, principalmente Universidades y Organismos Públicos de Investigación, que llegan a formar parte de esta comunidad mediante la firma de un acuerdo de afiliación.

RedIRIS participa en el Proyecto GÉANT que constituye una red IP paneuropea con un backbone de 10 Gbps y accesos de hasta 2,5 Gbps. Nos interconecta con las distintas redes académicas y de investigación europeas. La velocidad de acceso de RedIRIS a GÉANT es de 2,5 Gbps.

Esta red permite la conexión de RedIRIS con Internet2 (Abilene, ESnet). A través de Abilene, utilizando el servicio ITN ofrecido por esta red, son accesibles otras redes de investigación como la Canadiense (Canarie) y otras en hispanoamérica como la Mexicana (CUDI), Brasileña (RNP), Chilena (REUNA) y Argentina (RETINA).



Figura 2.5 Conectividad Externa de RedIris

2.2.5 Red Reuna

La Corporación REUNA administra REUNA2, una red ATM que cubre desde Arica hasta Puerto Montt (Chile). Ofrece las siguientes prestaciones:

Cada institución socia se conecta a la Red IP (Internet) chilena con un enlace de 15 Mbps. Esta red es de topología redundante para asegurar una alta calidad de servicio al usar hasta 60 Mbps de la Troncal SDH de Reuna2.

Esta red se interconecta a la Red Internet a través de enlaces de alta velocidad que REUNA mantiene con los Proveedores de Servicio Internet (ISP), mediante conexiones directas o por acceso a puntos de intercambio de tráfico local, lo que garantiza que el acceso a los contenidos nacionales presentes en Internet nacional sea a la mejor velocidad posible. También pueden utilizar los Servicios ATM Nacionales REUNA2 de calidad garantizada, si lo prefieren.

La característica principal de la Red REUNA2 es que permite entregar servicios de transporte de red con calidad de servicio; es decir, con capacidad garantizada para servicios temporales o permanentes. Los servicios que se entregan usando la plataforma ATM son:

- Circuitos Virtuales Permanentes (PVC) en forma CBR y VBR
- Emulación de Red de Area Local (LANE)
- Multidifusión ATM (MultiCast)

Desde julio de 2000 REUNA ofrece acceso a la Red Mundial de Investigación y Desarrollo (Internet2, Geant, CA*Net4, APAN). Este acceso se logra interconectándose con ellas a través del punto de acceso provisto por el Proyecto AmPath, ubicado en Miami, Estados Unidos.

La conexión con D+I permite acceder a una nueva gama de servicios cuya característica principal es la garantía de Calidad de Servicio. Así, los socios de REUNA pueden participar en proyectos de tecnología avanzada como Bibliotecas Digitales, Servicios de video Digital a Pedido, etc[8].



Figura 2.6 Principales nodos de la red Reuna

2.2.6 Red CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet).-

Desde sus inicios la red de Internet2 de México ha funcionado con IPv4 sin embargo, actualmente ya se tiene soporte, en el Backbone, de la nueva versión denominada IPv6; por lo que paulatinamente se ha empezado a utilizar IPv6 desde los equipos centrales hasta los equipos terminales de los integrantes de esta red, siendo necesario desarrollar y utilizar aplicaciones con soporte para IPv6 e IPv4, mientras dura el proceso de transición de la versión 4 a la 6.

México ha venido desarrollando un proyecto para que, aprovechando la tecnología y la infraestructura de telecomunicaciones en el país, se puedan impulsar proyectos colaborativos de educación e investigación, entre instituciones de educación superior e investigación del país, y con instituciones similares en otros países del orbe.

CUDI es una organización de carácter privado, no lucrativo, que fue fundada en abril de 1999.

La Misión de CUDI es promover y coordinar el desarrollo de redes de telecomunicaciones y cómputo, enfocadas al desarrollo científico y educativo en México.

Las actividades que se desarrollen son congruentes con los fines de las instituciones académicas que lo integran y con los servicios que éstas presten a la sociedad.

Actualmente CUDI esta integrado por 72 miembros académicos de los cuales 31 son universidades e instituciones de educación superior y 41 son centros e institutos de investigación. Adicionalmente, forman parte de CUDI, 9 empresas que apoyan y patrocinan la investigación y educación en el país.

En la actualidad, CUDI cuenta con una infraestructura de 8000 Km. con enlaces de 155 Mbps, a lo largo del territorio nacional, así como tres enlaces de la misma velocidad que permiten la interconexión con redes similares en los Estados Unidos, a través de las cuales, es posible tener acceso a mas de 30 redes similares en el mundo.

Debido a las características de la red de CUDI[10] es posible manejar a través de los protocolos de Internet, mayores velocidades, nuevos protocolos para identificación y manejo de información de video, mayores requisitos de seguridad, nuevos procedimientos de enrutamiento y gestión de redes. Todo esto ha hecho posible que en el país ya se estén manejando aplicaciones que apoyan proyectos de Educación a distancia, Bibliotecas digitales, Telemedicina, Astronomía, Ciencias de la tierra, Redes de Supercómputo y Robótica.

A continuación presentamos la estructura de la red CUDI:



Figura 2.7 Red CUDI

a) Objetivos :

1. Instalar IPv6 en la red de Internet 2 de México.
2. Realizar pruebas de desempeño con IPv6.
3. Utilizar y desarrollar aplicaciones con soporte IPv6.
4. Realizar pruebas en colaboración con otros Grupos de Trabajo y Comités.

2.3 Otras Redes Académicas En El Mundo.-

- **AARNet** : Australia's Academic and Research Network. Es la compañía que opera la red australiana de investigación y desarrollo (AREN) Es una compañía limitada sin fines de lucro. Los accionistas son 37 universidades australianas y el CSIRO (Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)

AARNET provee servicios de Internet de alta capacidad y con tecnología de punta a la educación terciaria y las comunidades del sector de la investigación y a sus investigadores asociados.

- **APAN:** Asia - Pacific Advanced Network Consortium fue establecida el 3 de junio de 1997 para la investigación y el desarrollo de aplicaciones y servicios de redes avanzadas en la región de Asia-Pacífico.
- **BELNET** - Es la red nacional de investigaciones de Bélgica, para la educación, la investigación y los servicios públicos.
- **CERNET** - Red de educación e investigación de China. El objetivo principal del proyecto CERNET es establecer una infraestructura a escala nacional de una red de educación y de investigación para ser utilizada en y entre universidades, institutos y escuelas en China usando las técnicas actualizadas de la telecomunicación y de la computación.
- **DFN-** Deutsche Forschungsnetz (Red alemana de investigación) vincula científicos a través de una infraestructura nacional de comunicaciones basada en estándares independientes del fabricante y con transferencia hacia la red pública de datos y hacia redes científicas internacionales.
- **HARNET (JUCC)** - HARNET es la red de área amplia que conecta las redes de los campus de instituciones en Hong Kong. HARNET está bajo la administración del Joint Universities Computer Centre (JUCC), una organización conjunta de los centros de cómputo de las siete instituciones.
- **INFN-GARR-** GARR es la red italiana de investigación, interconectando todas las universidades italianas y organizaciones de investigación gubernamentales. La red GARR es administrada actualmente por el INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).
- **ISRAEL INTER-UNIVERSITY** - El ministerio israelí de ciencia, a través del Inter University Computation Center (IUCC) ha creado el primer centro de súper computación en Israel – el High Performance Computing Unit (HPCU). El objetivo de este centro es ayudar a la investigación científica en Israel proporcionando capacidades de cómputo de gran poder a los científicos y a los investigadores en las universidades, centros de investigación y en la industria.

- **JANET/UKERNA-** la red académica y de investigación BRITÁNICA - JANET, una red por derecho propio, se conecta a otras redes académicas y comerciales en el Reino Unido y al exterior, así forma parte del Internet global. Como una red de cómputo extendida, JANET facilita el intercambio de la información permitiendo la colaboración entre las instituciones conectadas.
- **NORDUnet.-** Es la autopista nórdica de Internet para las redes de investigación de educación en Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia, y proporciona el backbone nórdico a la sociedad de información global.

Para mayor información remitirse a

2.4 Proyecto Clara.-

El Programa de Cooperación “@LIS”[6] (Alliance for the information society) es el resultado de los diálogos políticos entre las cabezas de estado o los gobiernos de la Unión Europea, Latinoamérica y el Caribe, y ha sido instaurado en Río de Janeiro en Junio de 1999.

Con @LIS, la comisión europea intenta expandir los beneficios de la sociedad de la información a todas las ciudades de Latinoamérica y reducir la brecha digital entre aquellos que tienen acceso a la información de las nuevas tecnologías y aquellos quienes están excluidos de la sociedad de la Información.

Uno de los proyectos del Programa “@LIS” fue es realizar el estudio de factibilidad de poder interconectar las redes académicas europeas (GENAT) con las redes académicas latinoamericanas. Este proyecto fue llamado CAESAR (Connecting all European and South American Researcher). Este Proyecto tuvo resultados positivos y es así como nace el Proyecto ALICE (América Latina Interconectada con Europa).

La comunidad Europea, dentro del marco del Programa @LIS, firmó un contrato por un valor de 12.5 millones de Euros para la creación de una infraestructura que conecte a nivel inter – regional a las redes de investigación latinoamericanas, así como su interconexión con la red de investigación GEANT. La comisión Europea financiará el 80 % del Proyecto, siendo los socios Latinoamericanos quienes aportarán el 20 % restante.

De esta forma nace CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas) con el propósito de construir una Red Académica Avanzada entre los países latinoamericanos e interconectarla con GEANT, su equivalente europeo.

El objetivo primordial de CLARA será la integración de una red regional de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología para interconectar a las Redes Académicas Nacionales de la región.

Otros objetivos fundamentales de CLARA serán el impulsar la cooperación en actividades educativas, científicas y culturales entre los países Latinoamericanos y la coordinación entre las Redes Académicas Nacionales de América Latina con las redes académicas de otras regiones del mundo.

CLARA, materializará la interconexión entre las redes académicas de Panamá, México, Argentina, Ecuador, Perú, Cuba, Costa Rica, Uruguay, Bolivia, Colombia, Guatemala, Brasil, Venezuela, Paraguay, Honduras, El Salvador, República Dominicana y Chile.

El desarrollo de CLARA es muy importante pues acelerará el desarrollo de la Sociedad de la Información en América Latina al proporcionar una infraestructura avanzada de comunicación que permitirá conectar a más de 700 universidades y centros de investigación de la región y a los investigadores y maestros latinoamericanos colaborar más fácilmente en proyectos de investigación y educación que trasciendan las fronteras nacionales. Al superar las limitaciones de falta de infraestructura que existen actualmente para dicha colaboración se pretenden fomentar asociaciones internacionales dentro de América Latina y con otras regiones del mundo que permitan avanzar más aceleradamente en el campo de la investigación y la educación.

La red CLARA se conectará con un enlace trasatlántico de gran capacidad con la Red Académica Paneuropea denominada GEANT. El financiamiento de la red regional será complementado por fondos provistos por las redes académicas de cada país.

La constitución de la Red Académica Latinoamericana constituye un paso hacia una cooperación más amplia para el desarrollo de una Red Mundial de Investigación y Educación

Este proyecto proporcionará enormes mejoras en infraestructura que beneficiarán a todos aquellos implicados. Por primera vez, los países de América Latina tendrán conexiones de alta velocidad en Internet necesarias para una colaboración efectiva entre ellos en el campo de la investigación así como una conectividad de primera categoría con investigadores europeos.

Esta red estará formada por un anillo óptico de 155 Mbps el cual tendrá 5 nodos principales: Tijuana (México), Panamá, Río de Janeiro (Brasil), Buenos Aires (Argentina), y Santiago de Chile (Chile). Desde cada uno de estos nodos se desprenderán enlaces que permitirán cubrir la totalidad de los países participantes. El Perú podrá conectarse a CLARA a través del nodo ubicado en Santiago de Chile, conexión que tendrá una velocidad de 45 Mbps[12]. Ver figura 19.

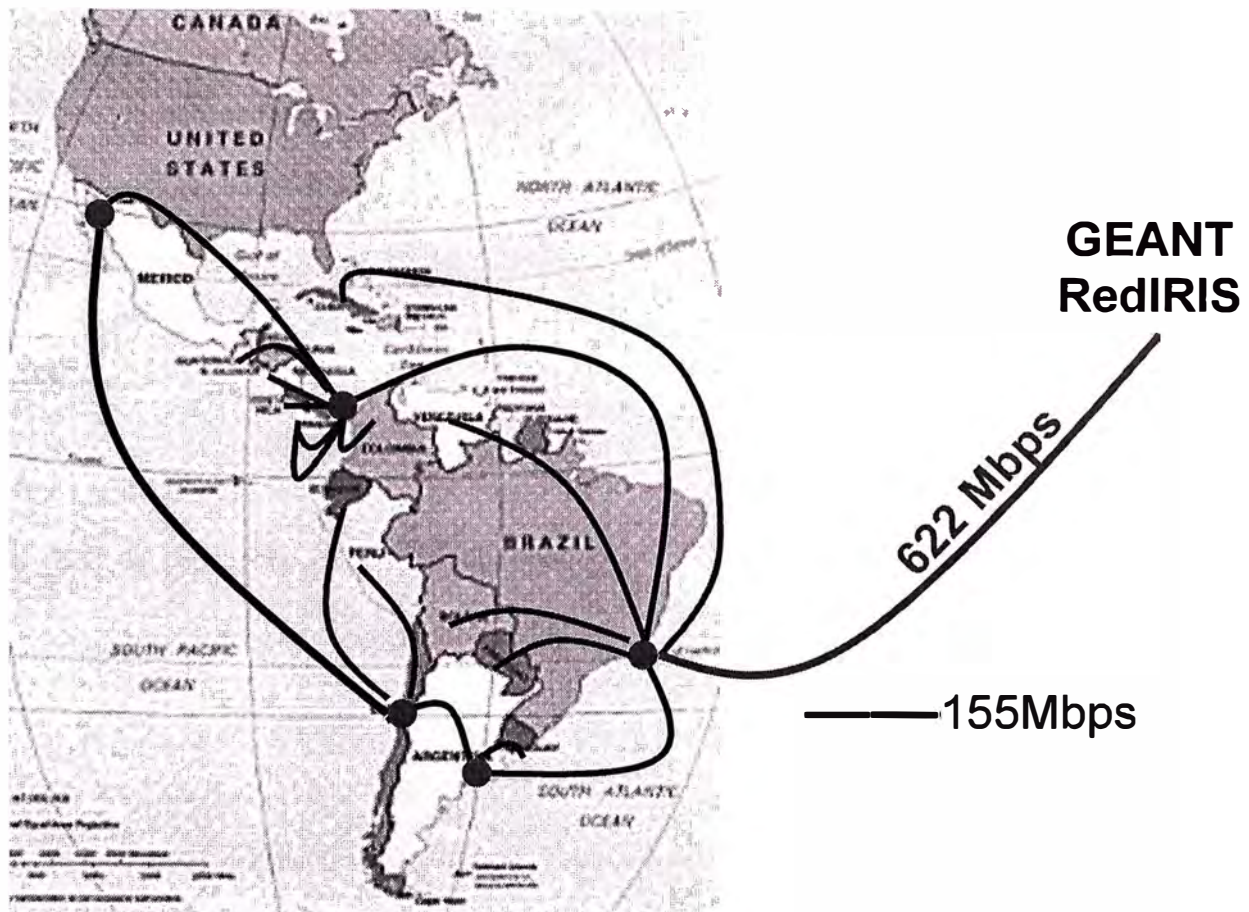


Figura 2.8 CLARA

El Perú aun no cuenta con una Red que interconecte todos los rincones de nuestro país, es muy necesario que contemos ya con esta red para que pueda conectarse a CLARA.

2.5 Red Académica Peruana.-

La Red Académica Peruana (RAAP) es una iniciativa de diversas instituciones públicas y privadas orientada al desarrollo de las redes académicas en el Perú. Cuando hablamos de "redes" hacemos una alusión doble; por un lado, nos referimos al desarrollo de actividades de investigación, docencia e intercambio de información; por otro lado, estamos hablando

de la implementación de una arquitectura de conectividad de última generación y alta velocidad que hacen posible dicho intercambio de manera mucho más eficiente. La red tiene definido metas específicas los cuales son

La RAAP [13] se encuentra actualmente en formación y viene participando en el proyecto sobre la constitución de la red de Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA).

Las instituciones asociadas a la Red Académica Peruana conforman actualmente tanto la Asamblea como el Comité Directivo Provisional. Se trata de las siguientes universidades y centros de investigación:

Universidades Nacionales:

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad Nacional Agraria La Molina

Universidad Nacional de Ingeniería

Universidades Privadas:

Pontificia Universidad Católica del Perú

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Institutos

Instituto Peruano de Energía Nuclear – IPEN

Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones – INICTEL

Asociación Red Científica Peruana – RCP

2.6 Resumen Del Capitulo

Con el advenimiento de Internet comercial y su crecimiento explosivo se creó la necesidad de evolucionar a diferente tipo de redes para ser usadas específicamente por las comunidades académicas y de investigación en cada país a fin de permitir que docentes e investigadores tengan posibilidad de colaborar en aplicaciones altamente demandantes de ancho de banda (por ej: educación a distancia, transferencia de gran cantidad de información, acceso a equipos remotos, telemedicina, etc.), sin competir por este recurso con las aplicaciones de carácter comercial.

Esto ha llevado a generar redes avanzadas de participación regional que permiten enfrentar los desafíos del avance científico y tecnológico y su aplicación en el desarrollo industrial mediante la coordinación de científicos y técnicos distribuidos en más de una nación y también con empresas e industrias demandantes de nuevos conocimientos para la aplicación de los mismos en su ámbito.

Las redes académicas de alta velocidad dedicadas exclusivamente a la investigación y desarrollo (I&D) pueden ser la envidia de cualquier usuario de Internet. Alcanzan “giga-velocidades” y sobre ellas se despliegan innovadoras aplicaciones que trastornarían el imaginario de los “kilo-conectados”.

CAPÍTULO III POR QUE IPV6

3.1 Análisis Crítico de la Problemática de la Actual Internet.-

La Internet ha supuesto una revolución sin precedentes en el mundo de la Informática y de las Comunicaciones, es a la vez una oportunidad de difusión mundial, un mecanismo de propagación de la Información y un medio de colaboración e interacción entre los individuos y sus ordenadores independientemente de su localización geográfica. Por ende se ha convertido es una herramienta básica de desarrollo para cualquier pueblo sobre nuestro planeta.

El auge de Internet lleva los conceptos de globalización, acceso a gran velocidad, bajo coste, información ilimitada e interactividad multimedia a la masa de consumidores, empresas y redes de empresas. Basados en esto se puede afirmar que la Internet ofrece los siguientes beneficios:

3.1.1 Nuevos Servicios para la Población.

Hoy el mundo hace uso de las diferentes aplicaciones que le ofrece la red, entre las que podemos mencionar páginas Web, e-mail, Chat, Intranet, comercio electrónico, ftp, videoconferencias, lista y grupos virtuales de discusión entre otros.

3.1.2 Aporte al Mejoramiento de los Procesos de las Empresas.

Hoy con el desarrollo de la Intranet, las empresas han podido mejorar sus procesos internos y los de su entorno. En los países en desarrollo están buscando que las pequeñas y medianas empresas incorporen la utilización de estos beneficios a su propio desarrollo.

3.1.3 Libre Acceso y Mayor Información para la Población.

El acceso a la Internet y los contenidos es abierto y no discriminatorio. A través de la Internet pueden ofrecer sus servicios múltiples agentes, empresas e instituciones. La Internet está abierta a la incorporación progresiva de cualquier tipo de información y tecnología disponible. No obstante a lo anterior, no se puede olvidar la brecha digital que

separa los países en desarrollo de los países en vías de desarrollo. Un ejemplo de ello lo encontramos en los contenidos, los cuales son ofrecidos en idiomas diferentes a los que necesitan nuestros países.

3.2 Estructura de la Actual Internet.-

La estructura fundamental de la Internet consiste en grandes redes medulares de tránsito mediante las cuales se realiza el acceso a sitios o bases de datos conectados a la red. El tráfico se distribuye entre las varias redes modulares, normalmente según la relación de “pares o iguales” (peers). El usuario que desde su terminal inicia una sesión, se comunica generalmente a través de la red telefónica local, con un proveedor de servicios de Internet (ISP), el cual por medio de los circuitos propios o arrendados punto a punto se conecta a un punto próximo de presencia (POP) de Internet o según sea el caso, mediante una subred constituida por un conjunto de enlaces y ruteadores hacia una red medular de tránsito. Siendo la finalidad principal de los servicios de Internet el acceso a la información, normalmente las grandes redes de tránsito se concentran en las regiones caracterizadas por una mayor densidad de proveedores de contenido (sitios web, base de datos).

En el esquema tecnológico a nivel mundial de Internet se pueden destacar los elementos siguientes: Proveedores de red principal (backbones), proveedores de servicio de Internet (ISP's) y los usuarios finales. Este esquema se representa en la figura 3.1

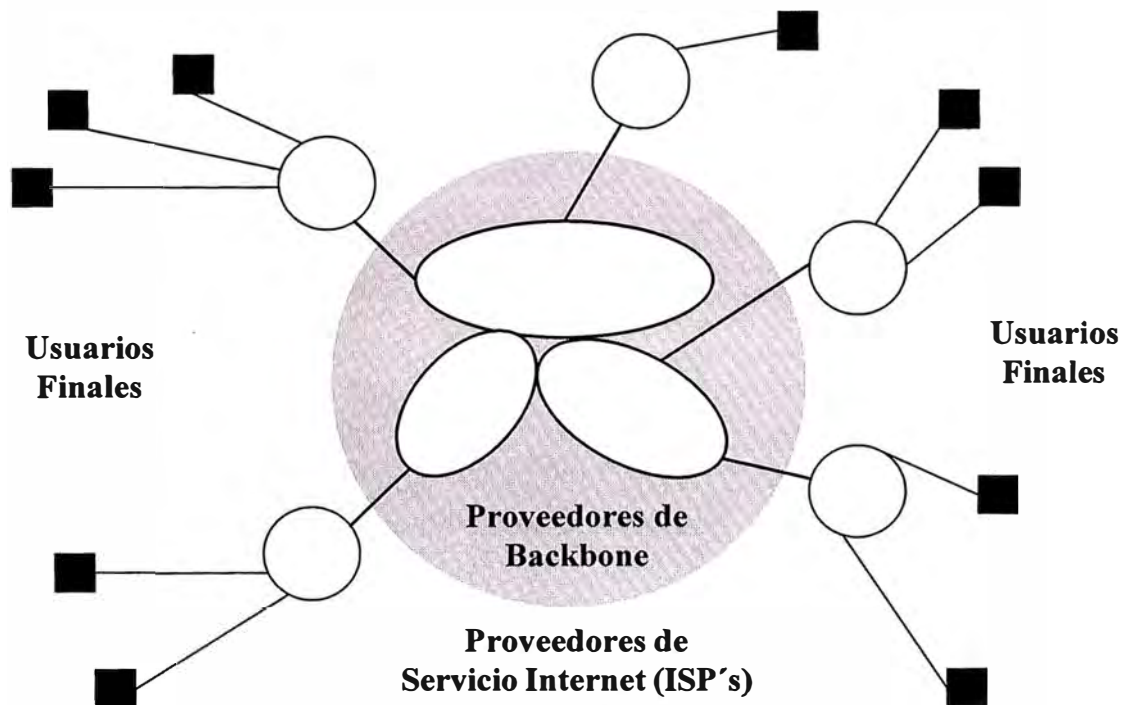


Figura 3.1 Esquema Tecnológico de Internet

Proveedores de red principal (Backbone): Enrután el tráfico entre los ISP's, los que se interconectan con otros proveedores de backbone y usan altas velocidades en sus redes. Este núcleo de la red de redes esta constituido por las grandes redes de tránsito (backbone). Un backbone es parte principal de una red de telecomunicaciones, caracterizada por una alta velocidad, que concentra y transporta flujos de datos entre redes. El intercambio de tráfico entre ellas se efectúa en los denominados puntos neutros. Estos puntos exigen una relación entre "pares iguales" (peers).

Proveedores del Servicio de Internet (ISP): Conectan a los usuarios finales a las autopistas de alta velocidad o backbones. En algunos casos los proveedores de backbone son los mismos que los ISP's.

Usuarios Finales: Los usuarios finales accedan y envían información utilizando conexiones individuales o conexiones corporativas e institucionales. Estos usuarios pueden acceder a los ISP's por diversos medios:

- Por Par Telefónico a través de la Red Telefónica Pública o Red Digital de Servicios Integrados.
- Por Cable Coaxial, a través de las empresas de Televisión por Cable.
- Por Cables de Fibra Óptica, en cuyos casos se tratan de enlaces dedicados de alta capacidad.
- Inalámbrico, mediante la red celular, un sistema VSAT, etc.

Regularmente existen dos tipos de usuarios finales de la Internet:

- Los usuarios que se conectan a la Internet básicamente como receptores de información, los cuales requieren una cuenta de acceso a la Internet a través de un ISP. Es este caso las conexiones de acceso a la Internet se pueden realizar por líneas conmutadas o líneas dedicadas.
- Los usuarios que colocan su información a través de servidores de Internet, los cuales se conectan a través de un ISP mediante enlaces dedicados para poder colocar su información en la red.

3.3 Deficiencias de la Actual Internet.-

El motivo por el que surge IPV6 es la falta de direcciones IP[15]. Además el Internet da limitaciones a las redes actuales en las aplicaciones multimedia y videoconferencia en tiempo real; y se hace evidente la falta de mecanismos de seguridad en la capa de red.

La escasez de direcciones IP limita el crecimiento del Internet, haciendo que ya no se tenga nuevos usuarios y obligándolos a usar el servicio NAT.

3.4 NAT

Es un sistema que se utiliza para asignar una red completa (o varias redes) a una sola dirección IP. NAT es necesario cuando la cantidad de direcciones IP que nos haya asignado nuestro proveedor de Internet sea inferior a la cantidad de ordenadores que queramos que accedan a Internet. NAT se describe en el [RFC 1631](#).

NAT nos permite aprovechar los bloques de direcciones reservadas que se describen en el [RFC 1918](#). Generalmente, una red interna se suele configurar para que use uno o más de estos bloques de red. Estos bloques son por ejemplo:

10.0.0.0/8 (10.0.0.0 - 10.255.255.255)

172.16.0.0/12 (172.16.0.0 - 172.31.255.255)

192.168.0.0/16 (192.168.0.0 - 192.168.255.255)

NAT es una alternativa previa al uso universal de IPV6. Un dispositivo NAT genera una serie de direcciones IP hacia la red interna, dividiendo un solo puerto en múltiples puertos internos. Generalmente, un NAT es un solo dispositivo que establece la comunicación entre Internet y la red local. De esta manera, sólo una dirección IP pública es necesaria para representar al grupo local de computadoras. Los proveedores de acceso a Internet (ISPs) vía ADSL, módems y cable módems usan la tecnología de NAT para que las computadoras de los usuarios posean una dirección IP, que generalmente se denomina como “privada” o “no homologada”, ya que sólo es válida para identificar a la computadora dentro del servicio de acceso, no directamente hacia el resto de Internet.

NAT puede operar de cuatro maneras distintas:

1. NAT estático.
2. NAT dinámico.
3. NAT por registro de dominios
4. NAT por asignación de puertos

Los primeros tres tipos de NAT son poco complicados para el servicio de videoconferencia, dado que vinculan direcciones privadas con públicas de forma transparente al usuario. El cuarto método usa una característica especial del protocolo TCP/IP llamada multiplexado, donde un equipo puede mantener conexiones con uno o más sistemas de forma simultánea a través de los puertos TCP o UDP. Mientras la dirección IP permite el enlace entre los sistemas, los puertos facilitan que cada enlace tenga una identificación exclusiva. Cada puerto usa 16 bits para identificarse, lo que significa un total de 65 mil 536 puertos posibles. Un servidor de páginas www usa el puerto 80 para establecer la conexión con los solicitantes, y la transferencia de archivos FTP emplea el puerto 21 de TCP, por citar unos ejemplos.

Por otro lado tiene un soporte inadecuado para las aplicaciones del siglo XXI. Las nuevas aplicaciones requieren garantías en el tiempo de respuesta, la disponibilidad del ancho de banda y seguridad. Ipv4 no se adecua del todo a estas nuevas aplicaciones.

La seguridad es opcional en Ipv4, no fue diseñado para ser seguro, ni se pensó que tendría algún auge ya que originalmente fue diseñada para una red militar aislada, fue posteriormente que se convirtió en una red pública para investigación y educación. Se han definido varias herramientas de seguridad como son SSL, SHTTP, IPSEC v4 pero ninguna es un estándar.

3.5 Ipv6

En noviembre de 1994, el RFC 1752 “The Recommendation for the IP Next Generation” dio el origen del protocolo conocido como Ipv6[16]. Los criterios que se han seguido a lo largo del desarrollo del Ipv6 (IETF – Internet Engineering Task Force creó Ipv6 o IPng) han sido básicamente para obtener un protocolo sencillo y al mismo tiempo extremadamente consistente y escalable, ya que los equipos actuales y sus grandes capacidades no podrían trabajar con Ipv4.

3.5.1 Características del Ipv6

Se puede indicar lo siguiente:

- El espacio de direcciones se amplió a 128 bits.
- Algunas opciones han sido mejorados, de modo que algunos campos de Ipv4 han sido eliminados y otros se han convertido en opcionales.
- Los campos han sido optimizados de 12 campos en Ipv4 a 8 campos en Ipv6.

- Hay flexibilidad en el direccionamiento incluyendo el concepto de anycast (direcciones de cualquier tipo) permitiendo enviar un datagrama para cualquier grupo de computadoras.
- Nos brinda seguridad por medio de la autenticación y la privacidad.
- “Plug and Play”. Autoconfiguración
- Seguridad intrínseca en el núcleo del protocolo (IPSec)
- Calidad de servicio (QoS) y clase de servicio (CoS)
- Posibilidad de paquetes con carga útil (datos) de mas 65535 bytes.
- Enrutado más eficiente en el backbone de la red.
- Características de movilidad
- Direcciones suficientes, permitiendo un buen diseño y reducción del costo de gestión de direcciones por ISP.
- Asignación de direcciones globales para nodos de la Intranet eliminando el conflicto de las direcciones lo que permite una fácil jerarquía de gestión en la empresa.

3.5.2 Estructura del Ipv6

La unidad de datos de protocolo de Ipv6 es conocida como paquete o datagrama. Existen diferencias sustanciales entre las cabeceras Ipv4 e Ipv6. A continuación ofrecemos una descripción detallada de éstas.

3.5.3 Cabecera Ipv4/Ipv6

a) Cabecera Ipv4

En la Figura 3.2 podemos apreciar la cabecera Ipv4. La cabecera es más compleja que la de Ipv6, como se podrá comprobar más adelante al ser comparada con Ipv6. La longitud mínima de la cabecera es de 20 bytes.

Versión	Cabecera	TOS	Longitud Total	
Identificación			Indicador	Desplazamiento de Fragmentación
TTL	Protocolo		Checksum	
Dirección fuente de 32 bits				
Dirección destino de 32 bits				
Opciones				

Figura 3.2 Cabecera Ipv4

Los campos de la cabecera son los siguientes:

- Versión – Versión (4 bits)
- Header (HL) – Cabecera (4 bits)
- Type of Service (TOS) – Tipo de servicio (1 byte)
- Total Length – Longitud total (2 bytes)
- Identificación – Identificación (2 bytes)
- Flag – Indicador (4 bytes)
- Fragment Offset – Desplazamiento de fragmentación (12 bits – 1.5 bytes)
- Time to Live (TTL) – Tiempo de vida (1 byte)
- Protocol – Protocolo (1 byte)
- Checksum – Código de verificación (2 bytes)
- 32 bit source address – Dirección fuente de 32 bits (4 bytes)
- 32 bits destinación – Dirección destino de 32 bits (4 bytes)

b) Cabecera Ipv6

En el paquete Ipv6 (ver Figura 3.3) la cabecera tiene algunas modificaciones. Han sido modificadas: versión, TOS, longitud total, TTL, protocolo, dirección fuente 32 bits y dirección destino de 32 bits. Han desaparecido: cabecera, identificación, indicador, desplazamiento de fragmentación, checksum y opciones.

Los campos que han sido retirados de Ipv6 fueron debido a la redundancia innecesaria. En el caso del checksum, hay otros mecanismos de encapsulamiento que realizan la función (IEEE 802 MAC, ATM, etc.)

Para el campo denominado desplazamiento de fragmentación, ha sido totalmente modificado en Ipv6 ya que la fragmentación / desfragmentación se produce ahora de extremo a extremo.

Versión	Priority	Flow Label	
Payload length		Next Header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			

Figura 3.3 Cabecera Ipv6

Los campos de la cabecera son:

- Versión – Versión (4 bits)
- Priority – Prioridad (campo nuevo) (8 bits)
- Flow label – Etiqueta de flujo (campo nuevo) (20 bits)
- Payload length – Longitud de carga útil (renombrado del campo longitud total) (16 bits)
- Next header – Siguiete cabecera útil (renombrado del campo protocolo) (8 bits)
- Hop limit – Límite de saltos útil (renombrado del TTL): el límite de saltos es decrementado en la unidad en cada nodo que transmite el paquete. Si llega a ser cero se descarta el paquete. (8 bits)
- Source address – Dirección origen (128 bits)
- Destinación address – Dirección destino (128 bits)

La longitud de esta cabecera es de 40 bytes (doble Ipv4) pero con muchas ventajas, al haberse eliminado campos redundantes. La longitud fija de la cabecera brinda mayor facilidad para el proceso en routers y conmutadores, incluso mediante hardware.

El valor del campo ‘siguiete cabecera’ indica cuál es la cabecera que sigue y así sucesivamente. Las cabeceras sucesivas no son examinadas en cada nodo sino solo en el nodo o nodos destinos finales. Pero cuando su valor es cero (opción de examinado y

proceso ‘salto a salto – hop – by –hop ’) se hará un proceso de examinación riguroso. Los casos en que sucede esto es en fragmentación, encriptación o enrutado. El concepto se explica gráficamente en la Figura 3.4.

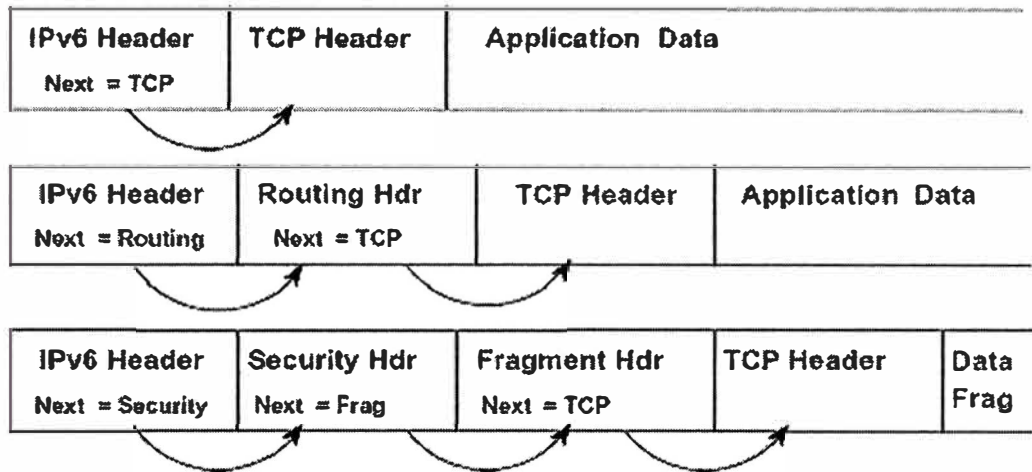


Figura 3.4: Cabecera “siguiente” de Ipv6

3.5.4 Encabezado de Extensión

El encabezado de extensión se muestra en la Figura 3.5, se puede observar los diferentes campos opcionales que tiene y que son utilizadas de acuerdo a la información que se está enviando.

Versión	Priority	Flow Label	
Payload length		Next Header	Hop Limit
Source Address			
Destination Address			
Hop by Hop Options Header			
Destination Options Header			
Routing Header			
Fragment Header			
Authentication Header			
Encapsulating Security Payload Header			
Destination Options Header			
Upper Layer Header			

Figura 3.5 Encabezado Principal y de Extensión del Ipv6

Los campos de extensión son los siguientes:

- Hop-by Hop options header – Cabecera de opciones salto a salto
- Destinatión options header – Cabecera de opciones para el destino: a procesar por el primer destino o por los indicados en encaminamiento
- Routing header – Cabecera de enrutamiento
- Fragment header – cabecera de fragmentación
- Authentication header – Cabecera de autenticación
- Encapsulating security payload header – Cabecera de encapsulado de la carga de seguridad
- Destinatión options header – Cabecera de las opciones para el destino: solo por el destino final del paquete
- Upper layer header – Cabecera superior

3.5.5 Tipos de Direcciones en Ipv6

Las direcciones Ipv6 son direcciones de 128 bits que se asignan a interfases individuales pero no a nodos. Los hosts pueden tener varias interfases.

Las direcciones se clasifican en:

- Unicast
- Anycast
- Multicast

Unicast – Unidistribución:

Es un identificador para una sola interfaz. Un paquete con dirección unicast es entregado sólo a la interfaz identificada con esa dirección. Tiene la misma secuencia que la Ipv4.

Anycast - Monodistribución

Identificador de un conjunto de interfaces (por lo general de diferentes nodos). Un paquete anycast es entregada a cualquiera (por lo general la más cercana) de las interfaces identificadas con esta dirección.

Multicast - Multidistribución

Identificador para un conjunto de interfaces (diferentes nodos). Este paquete multicast es entregado a todas las interfaces identificadas con esa dirección.

3.5.6 Representación de las Direcciones Ipv6

La dirección Ipv6 tiene 128 bits. Un ejemplo de dirección Ipv4 es: 138.4.23.125. Un ejemplo de dirección Ipv6 es: 3fab:3325:5:0:0:0:0:9

Las direcciones Ipv6 siguen el siguiente esquema:

- x:x:x.x:x:x:x,x, siendo x un valor hexadecimal de 16 bits. Ej.: 1080:0:0:8:7:800:200C:4171
- Las largas cadenas de bits '0' se les abrevia con '::'. Ej.: 1080:8:800:200C:4171
- Cuando se tenga un entorno mixto Ipv4 e Ipv6: x:x:x.x:x:x:d:d:d,d, siendo la 'x' valores hexadecimales de 16 bits y 'd' de 8 bits.

3.5.7 Aspectos Importantes de Ipv6

Se tiene que considerar la auto-configuración, seguridad, ruteo y DNS.

En la auto-configuración se tiene un router que participa en la configuración de la dirección Ipv6 del host (a esto se le denomina Stateless). En cambio, si un servidor de

DHCP Ipv6 configura a los hosts con una dirección y otros parámetros de Ipv6 se le denomina Stateful.

En la seguridad se presentan dos mecanismos: Authentication (Autenticación de los paquetes, realizado con el Authentication Header - RFC 2402) y Payload Security dónde la encriptación "End to End" del paquete es realizado con el Encapsulation Security Payload Header (RFC 2406).

En lo que respecta al ruteo, se hace más eficiente el uso de los ruteadores con una mejor estructura jerárquica y tablas de ruteo más simple. Los protocolos de ruteo son RIPng o RIPv6 (RFC 2080), BGP4+ (RFC 2283), OSPFv6 (trabajo en proceso) y EIGRPv6.

El mecanismo fundamental por el cual nos referimos a direcciones IP para la localización de un host, es el uso de literales (URL). Sin embargo, para que este mecanismo funcione, a más bajo nivel existe un protocolo denominado "Sistema de Nombres de Dominio" (Domain Name System o DNS). Este mecanismo, definido para IPv4 (RFC1034 y RFC1035), fue actualizado por el RFC1886; básicamente incluyen un nuevo tipo de registro para almacenar las direcciones IPv6, un nuevo dominio para soportar las "localizaciones" (lookups) basadas en IPv6, y definiciones actualizadas de tipos de consultas existentes que devuelven direcciones Internet como parte de procesos de secciones adicionales.

Las extensiones han sido diseñadas para ser compatibles con las aplicaciones existentes y, en particular, con las implementaciones del propio DNS. El problema del sistema de DNS existente es fácilmente comprensible: Al hacer una consulta, las aplicaciones asumen que se les devolverá una dirección de 32 bits (IPv4). Para resolverlo, hay que definir las siguientes extensiones, antes indicadas:

- Un nuevo tipo de registro de recurso para mapear un nombre de dominio con una dirección Ipv6: Es el registro AAAA (con un valor de tipo 28, decimal).
- Un nuevo dominio para soportar búsquedas basadas en direcciones. Este dominio es IP6.INT. Su representación se realiza en orden inverso de la dirección, separando los nibbles (hexadecimal) por puntos ("."), seguidos de ".IP6.INT". Así, la búsqueda inversa de la dirección 4321:0:1:2:3:4:567:89ab, sería
- "b.a.9.8.7.6.5.0.4.0.0.0.3.0.0.0.2.0.0.0.1.0.0.0.0.0.0.1.2.3.4.IP6.INT"

Otros documentos relevantes son: RFC2181 (clarificaciones a las especificaciones DNS), RFC2535 (extensiones de seguridad para DNS), RFC2672 (redirección de árboles DNS), RFC2673 (etiqueta binarias en DNS).

3.6 Estrategias Para la Transición de Ipv4 a Ipv6

Las redes de computadores que ahora están utilizando TCP/IP con IP versión 4 tendrán en los próximos años el problema de ocupar en su totalidad el espacio de direcciones posibles. Este ha sido el motivo para que investigadores y empresas que tengan que ver con redes y comunicaciones estén analizando el diseño y desarrollo de una nueva versión de IP, la cual ha sido denominada IPv6, IPng o Fast IP. El Ipv6, nace como una posible solución a los problemas presentados en la versión IPv4.

Durante el período de transición en el que IPv6 e IPv4 están coexistiendo deberán compartirse túneles entre computadoras IPv4 / IPv6, túneles entre routers IPv6 / IPv4 y túneles entre el router IPv6/IPv4 y computadora IPv6/v4.

Lo primero que se tiene que tomar en cuenta antes de hacer una transición de Ipv4 a Ipv6 es la incompatibilidad a nivel de paquete (IPv4 no genera ni reconoce IPv6, los routers actuales descartan los paquetes IPv6), pero lo más difícil es migrar la red Internet. Para lograr el objetivo se han generado mecanismos de transición que permiten la integración y / o interacción de sistemas IPv4 e IPv6.

Para asegurar una fácil transición se tiene que incluir:

- **Direccionamiento simple:** los dispositivos deben ser actualizados manteniendo sus direcciones existentes.
- **Actualización gradual:** las actualizaciones de los hosts o routers pueden ser hechos uno a la vez, no es necesario que todos los equipos sean actualizados a la vez.
- **Mínimos requerimientos para actualización:** los routers pueden ser actualizados sin ningún requisito, solamente que el DNS sea actualizado.

Existen dos mecanismos de transición:

- **Mecanismos de Tipo Túnel:** Basado en el método de encapsulamiento, unen dos islas IPvX a través de un océano IPvY.
- **Mecanismos de Traducción:** Traducen en un elemento de red los paquetes de un formato a otro.

Las estrategias propiamente dichas se dividen en tres partes:

- Parte 1 – La Red: se utiliza túneles Ipv6 en Ipv4 usando a Internet como medio y utilizando la infraestructura física.
- Parte 2 – Los stacks: Los hosts y los routers usarán stacks híbridos. Los túneles serán usados como bypass Ipv4 en los routers. Puede que exista la necesidad de hacer algún cambio en el hardware o mejorar la versión de software.
- Parte 3 – Las aplicaciones: Es necesario algún ordenamiento en la interoperabilidad entre las aplicaciones sobre Ipv4 e Ipv6, siendo la arquitectura de red, la gestión de redes y los servicios los que permitirán alcanzar el nivel de trabajo deseado.

3.7 Mecanismos de Transición

Tenemos los siguientes:

- Stack Híbrido
- Túnel
- Túnel configurado
- Túnel broker

3.7.1 Stack Híbrido (Dual Stack).-

Se puede trabajar con IPv4 e IPv6. Los nodos IPv6 pueden trabajar con los de IPv4 proporcionándoles a éstos últimos un software de la nueva versión. Desde que las dos versiones funcionan simultáneamente, es fácil para un nodo IPv6 crear y enviar paquetes a IPv4: sólo necesita extraer los 32 últimos bits en la dirección de 128 bits dada por IPv6 (en este caso los 96 primeros bits son considerados cero). Véase Figura 3.6.

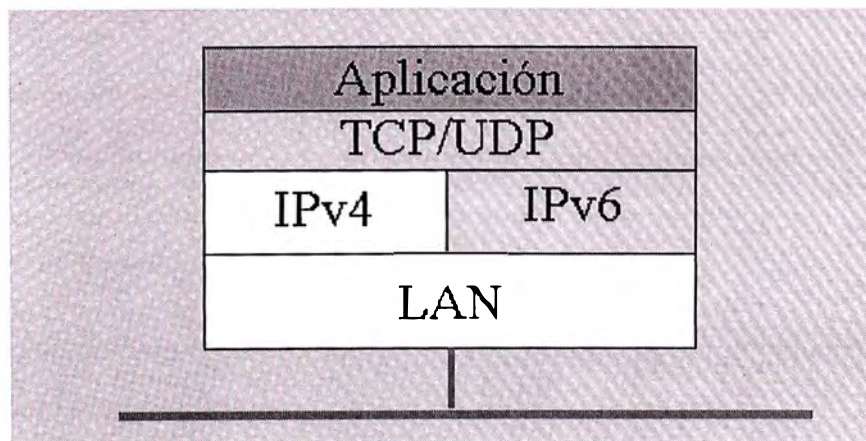


Figura 3.6 Stack Híbrido

3.7.2 Túnel (Tunneling).-

Es el método de transmisión de paquetes IPv6 (IPv6 fuente a IPv6 destino) usando la infraestructura IPv4. En el origen, los paquetes IPv6 son encapsulados dentro del paquete IPv4 para atravesar la red IPv4. En el extremo receptor, el nodo retira la cabecera IPv4 y transmite el paquete a su destino final[20]. Véase Figura 3.7.



Figura 3.7: Túnel

3.7.3 Túnel Configurado (Configured Tunnelling).-

En este método el punto final es explícitamente determinado, por ejemplo, cada paquete que llega al nodo será transportado a un nodo Ipv6 determinado. Véase Figura 3.8.

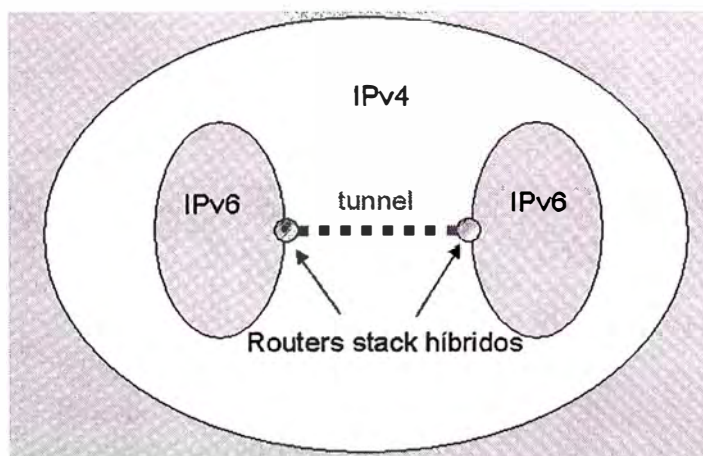


Figura 3.8 Túnel Configurado: Conexión de dos redes Ipv6

3.7.4 Túnel Broker.-

El “tunnel broker” es el lugar donde el usuario se conecta para registrar y activar “su túnel”. El “broker” gestiona (crea, modifica, activa y desactiva) el túnel en nombre del usuario.

Se debe aclarar que el Tunnel Broker no requiere la configuración de un router y tiene una configuración túnel semi-automática.

La primera generación del túnel broker es un servidor Web que recibe pedidos de clientes (Figura 3.9), genera el túnel y envía de regreso la información al cliente (Figura 3.10) y deja el túnel establecido (Figura 3.11)

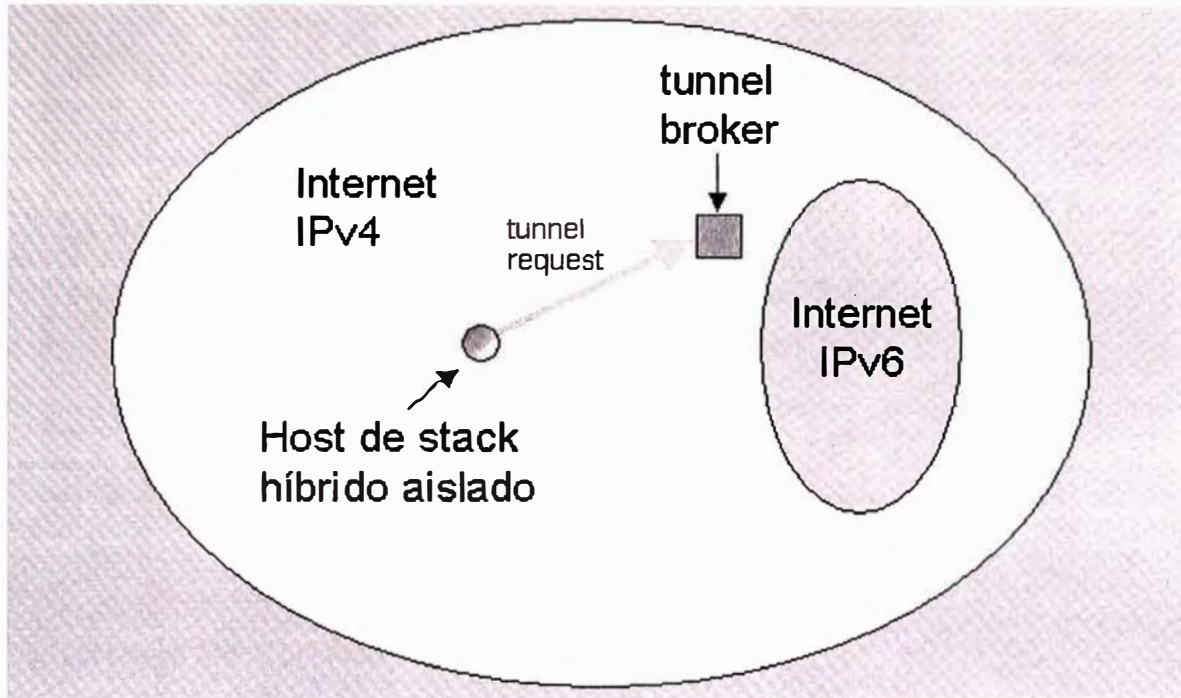


Figura 3.9 Tunel Broker: Petición

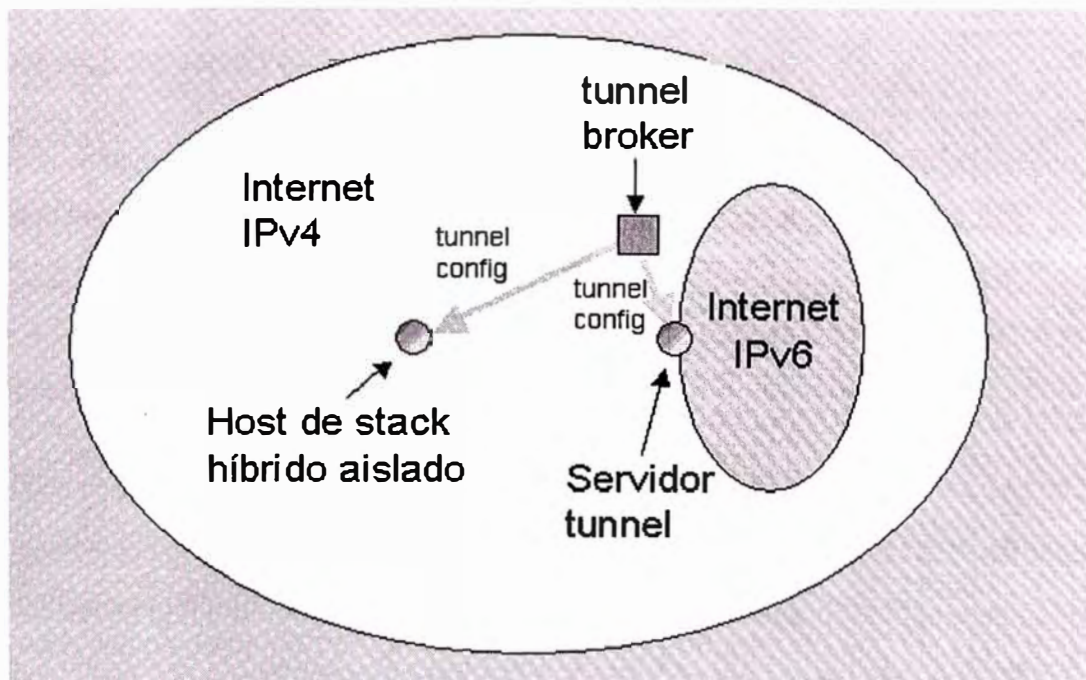


Figura 3.10 Tunel Broker: Generación y Retorno de Petición

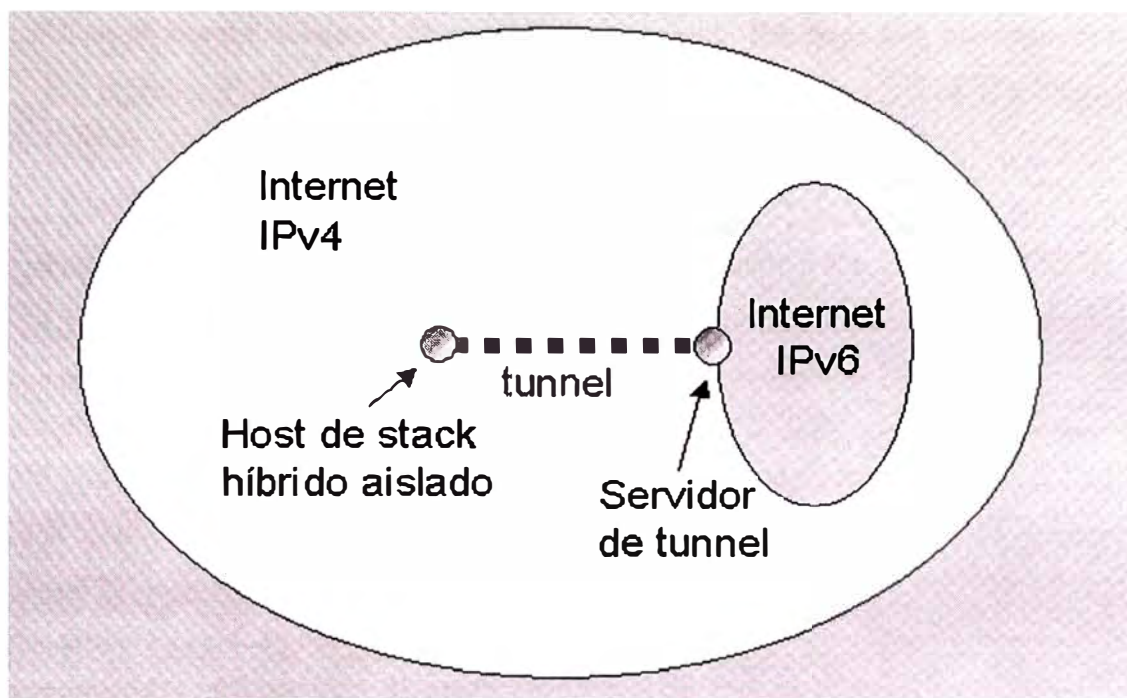


Figura 3.11 Túnel Broker

3.7.5 Resumen Del Capitulo

Los nombres que usamos para conectarnos a Internet (www.elmundo.es o www.google.com) se traducen en unos números (193.110.128.200 y 216.239.55.100, en nuestro ejemplo anterior) que son los que realmente usa la Red.

Las direcciones en IPv4 son esos número que describimos anteriormente y que son los que conocemos en la Internet actual. Tienen 32 bits agrupados en 4 grupos de 8 bits, por lo que el conjunto global va de 0.0.0.0 a 255.255.255.255. Por tanto, idealmente se podrían asignar 4.294.967.296 direcciones. Con esto en mente, quienes diseñaron la IPv4 pensaron que esto sería más que suficiente.

El problema está en que las direcciones se asignan en bloques o subredes; o sea, se agrupan, se asignan a alguien (empresa, Universidad, etc.) y todas ellas se consideran ya ocupados (se usen o no).

Las agrupaciones clásicas son:

- Clase A: donde se fija el primer octeto y se dejan los otros tres para que el usuario los maneje. Por ejemplo, se le asigna la subred "30.x.x.x". Las IPs asignadas al usuario son $256*256*256=16.777.216$
- Clase B: se fijan los dos primeros octetos y los dos restantes quedan para el usuario. Por ejemplo, "156.23.x.x". Las IPs asignadas al usuario son $256*256=65536$
- Clase C: se fijan los tres primeros octetos y el que resta queda para el usuario. Por ejemplo, "193.110.128.x". Las IPs asignadas al usuario son 256.

El problema, sobre todo en las primeras fases, fue que se asignaban con mucha facilidad y alegría Clases A y B, con lo que el espacio consumido y, sobre todo, el desperdiciado fue/es muy grande.

Actualmente nos enfrentamos al grave problema de que el direccionamiento IPv4 está cercano a agotarse y, por tanto, el crecimiento de Internet se pararía porque no podrían incorporarse nuevas máquinas a la Red.

IPv6 es el siguiente paso a IPv4 y, entre otras muchas características, soluciona el problema de direccionamiento.

En este capítulo se explica la forma como en base a IPv4 se puede transmitir IPv6, a través de los túneles de tal forma que puede coexistir estos dos protocolos, aprovechándose la infraestructura existente.

CAPÍTULO IV PROPUESTAS TÉCNICAS

4.1 Generalidades

Se plantea 03 propuestas alternativas para la elaboración de esta RED ACADEMICA.

ALTERNATIVA 01. La PRIMERA PROPUESTA, implica la implementación de una arquitectura de Red PROPIA a nivel de LIMA METROPOLITANA, esto a través de una arquitectura de Red METROETHERNET [17] (IPv6 NATIVO), cuyas características técnicas se describen a continuación., los Nodos IPv6 (ISLAS IPv6) que se encuentren fuera de Lima Metropolitana y fuera de cobertura de la Red METROETHERNET PROPUESTA accederán al Backbone METROETHERNET (IPv6 NATIVO) a través de un Operador IPv4 tradicional, produciéndose encapsulamiento IPv6 over IPv4, este mecanismo de encapsulamiento se producirá a través de un DUAL STACK ROUTER. En esta primera alternativa el Backbone METROETHERNET se soportará bajo una Infraestructura de anillos de Fibra Óptica propios, para esto se requerirá de Inversión que se detallan mas adelante.

ALTERNATIVA 02.

La segunda propuesta, tiene las mismas características que la primera alternativa la diferencia crucial radica que en que el Backbone Metroethernet se soportara bajo un Backbone de “λ” (LAMDAS) arrendados para constituir el anillo de fibra Óptica bajo el cual se soportara el BACKBONE METROETHERNET. A partir de ellos las características técnicas de esta propuesta son las mismas que la primera alternativa. En esta alternativa se requiere UN MENOR NIVEL DE INVERSIÓN a diferencia de la Primera, sin embargo existe una renta mensual que abonar producto del arrendamiento de “λs” para la constitución de la Red.

ALTERNATIVA 03.

En esta alternativa se mantiene una plataforma completa sobre la de Un TERCER OPERADOR IPv4, existiendo un DUAL STACK ROUTER de HEADER y todos los demás Nodos IPv6 (ISLAS IPv6) colapsarán a este DUAL STACK ROUTER DE

CABECERA, asimismo cada Nodo Remoto implementará la funcionalidad de un DUAL STACK ROUTER. Esta alternativa es la más rápida y económica a implementar.

A continuación pasamos a describir con mayor detalle técnico cada una de estas alternativas:

4.2 Primera Propuesta:

4.2.1 Red Propia Usando Ipv6 Nativo.-

En todas las propuestas presentadas en este trabajo, se utilizará una arquitectura MetroEthernet, la cual es una arquitectura que provee grandes anchos de banda y soporta el IPv6 nativo. Esta red MetroEthernet tendrá tres niveles: Un nivel de núcleo (CORE), un nivel de distribución y un nivel de acceso. Los niveles de Core y de distribución se pueden apreciar en las figuras 4.1 y 4.2

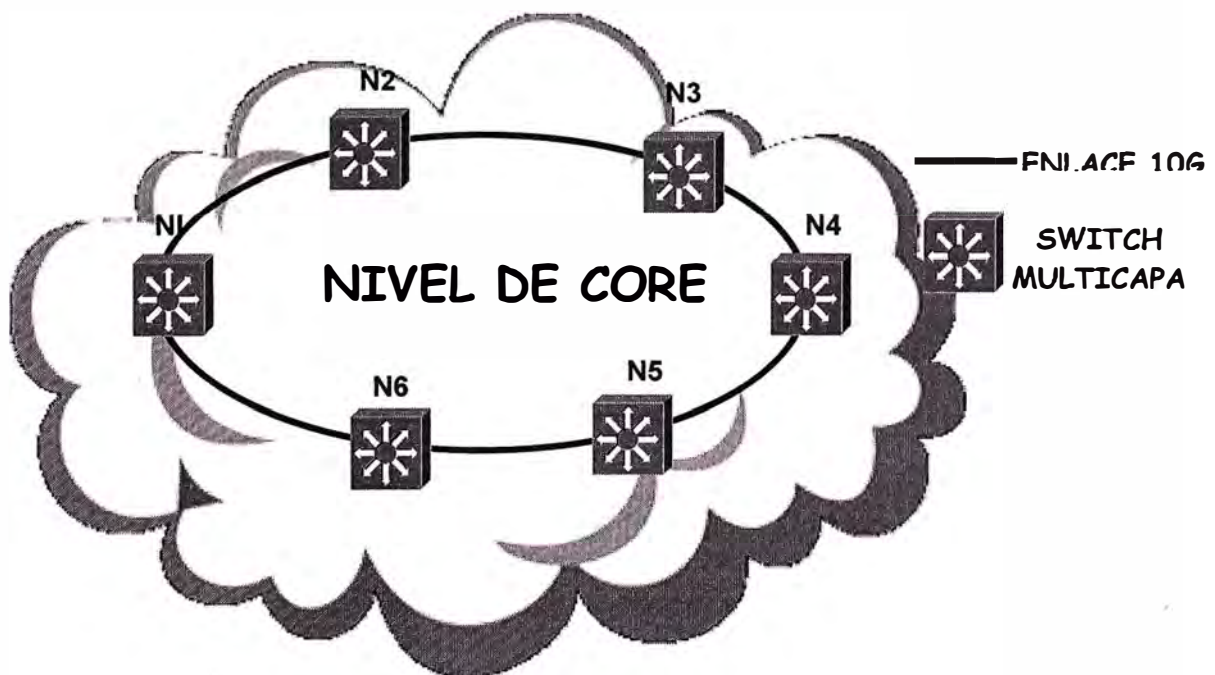


Figura 4.1 Core de la Red Metropolitana MetroEthernet

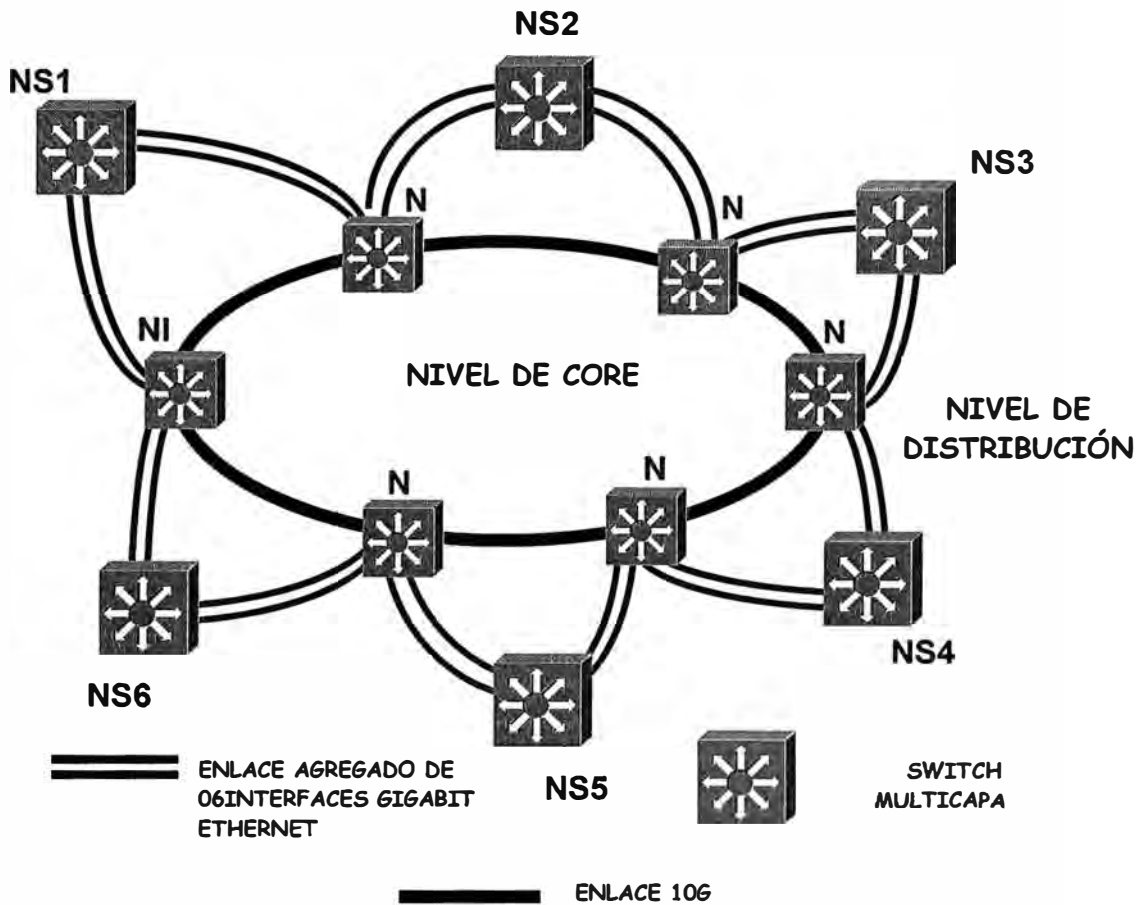


Figura 4.2 Nivel de Distribución de la Red Metropolitana MetroEthernet

a) Nivel De Núcleo (Core):

Será una red en ANILLO redundado, se tendrán 06 NODOS PRIMARIOS (NI, N2, N3, N4, N5, N6) principales los cuales constituirán el NUCLEO DE LA RED (CORE), estos estarán bajo una topología de anillo, los enlaces entre estos 06 Nodos de Núcleo serán enlaces 10 Gigabit Ethernet (10G) según el estándar IEEE 802.3ae. La velocidad de acceso entre estos Nodos será de 10 Gigabit Ethernet.

b) Nivel De Distribución

El Nivel de distribución constará de 06 nodos Secundarios (NS1, NS2, NS3, NS4, NS4, NS5, NS6), cada uno de los cuales Colapsará a dos Nodos Primarios, estos enlaces serán enlaces agregados de 06 puertos Gigabit Ethernet según el estándar IEEE 802.3z y IEEE

802.3ad Link Aggregation. La velocidad de acceso de los Nodos secundarios hacia los Nodos Primario será de 6 Gbps. según el estándar IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)

c) Nivel De Acceso

En el nivel de acceso tendremos nodos que accederán a la red de distribución a través de tecnologías xDSL, utilizaremos EoVDSL (Ethernet sobre VDSL). VDSL[20] nos permitirá un acceso a la red de distribución a un bajo costo utilizando medio cobre con un alcance de hasta 2 Km. a una velocidad de hasta 54 Mbps.

Esta primera propuesta supone la implementación completa del Nivel de CORE y del nivel de distribución.

Los 06 nodos del CORE estarían ubicados en:

- Nodo Global Crossing Lima: En este lugar estaría llegando el acceso de 45 Mbps proveniente de Chile, el cual se interconecta con la red CLARA. Por esta razón es importante que uno de los nodos del anillo se encuentre ubicado en este lugar.
- INICTEL, miembro de la RAAP
- IPEN, miembro de la RAAP
- Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Ingeniería
- Centro Financiero de Lima (San Isidro)

Los enlaces 10 Gigabit Ethernet del enlace del núcleo pueden soportar hasta una distancia máxima de 40 Km. Dado que las distancias de los lugares indicados no son tan lejanas, es factible que se nombren como tales.

Para realizar los enlaces de 10 Gigabit Ethernet solo se necesitan 02 hilos de fibra óptica (uno de transmisión y uno de recepción). Además sabemos que la instalación de un cable de fibra óptica nos proporcionaría por lo menos 48 hilos. Es decir que con la instalación de este cable podríamos obtener una capacidad mucho mayor a la que necesitamos para esta red. Por esa razón es que uno de los nodos de esta red pasaría por el Centro Financiero de San Isidro, pues sería factible que la capacidad que no se utilicen para esta red, pueda ser usada como una red de servicios de comunicación de datos para terceros. Esta posibilidad nos permitiría de alguna manera poder subvencionar la Red Académica Metropolitana propuesta por otra paralela con las mismas características que la primera, y que estaría

disponible para cualquier empresa que lo requiera sin que se perjudique la capacidad de la red académica.

Para poder brindar el servicio especificado, se necesitaría obtener del Ministerio de Transportes y Comunicaciones la licencia de “Operador Local”. Ver requisitos para obtener dicho contrato en el anexo.

A continuación se presenta un bosquejo de los gastos a realizar para la implementación de esta red:

Los equipos de CORE deberían tener las siguientes características:

Característica Modular

Switch Fabric con una capacidad máxima de 720Gbps (Equipo completamente cargado)

Forwarding Rate de capacidad máxima 400 Mpbs (Equipo completamente cargado)

Lo estándares a soportar serán los siguientes:

802.1d Bridging

802.1p, q VLAN tagging

802.1s Per-VLAN Group Spanning Tree Protocol

802.1w Rapid Spanning Tree Protocol

802.1x

802.3ad Link aggregation

802.3ab 1000BASE-T

802.3ae 10 Gigabit Ethernet

802.3af Power over Ethernet (PoE)

802.3u 100BASE-TX, 100BASE-FX

802.3x Flow control

802.3z 1000BASE-SX, 1000BASE-LX

NODO N1

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N2 y la segunda interface 10G irá conectado al NODO N6, adicionalmente este Nodo 01 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS1 bajo un enlace agregado del estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS6 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD, a este

Nodo N1 también colapsara el enlace internacional de 45 Mbps (T3), para ello el Equipo Modular NODO N1 se le deberá instalar una interface estándar T3.

NODO N2

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N3 y la segunda interface 10G irá conectada al NODO N1. Adicionalmente, este Nodo 02 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS1 en un enlace agregado bajo el estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS2 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD.

NODO N3

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N4 y la segunda interface 10G irá conectado al NODO N2, adicionalmente este Nodo 03 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS2 en un enlace agregado bajo el estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS3 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD.

NODO N4

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N3 y la segunda interface 10G irá conectado al NODO N5, adicionalmente este Nodo 04 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS3 en un enlace agregado bajo el estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS4 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD.

NODO N5

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N4 y la segunda interface 10G irá conectado al NODO N6, adicionalmente este Nodo 05 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS4 en un enlace agregado bajo el estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS5 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD.

NODO N6

Este Nodo deberá de tener 02 Interfaces 10 Gigabit Ethernet 10GBase-EW para fibra Monomodo, una de estas interfaces ira conectado al Nodo N5 y la segunda interface 10G irá conectado al NODO N1 (CERRANDO EL ANILLO), adicionalmente este Nodo 06 deberá tener 12 Interfaces Gigabit Ethernet, 06 de estas Interfaces deberán estar conectados al Nodo NS4 en un enlace agregado bajo el estándar IEEE 802.3AD, las siguientes 06 Interfaces Gigabit Ethernet colapsaran al Nodo NS5 bajo un enlace agregado según el estándar IEEE 802.3AD.

d) Niveles De Inversión**NODO N1:**

- Chassis Modular de 14 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervidos Redundante
- Ventiladores Principales
- Ventiladores Redundantes
- 2 Módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE - ER
- 2 Módulos de 8 puertos 1Gbps c/u
- 01 Módulo de 01 port T3

Nivel de Inversión Nodo 01: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

NODO N2:

- Chassis Modular de 14 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervisor Redundante
- Ventiladores Principales
- Ventiladores Redundantes
- 2 módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE – ER.
- 2 módulos de 8 puertos 1Gbps c/u

Nivel de Inversión Nodo 02: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

NODO N3:

- Chassis Modular de 14 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervisor Redundante
- Ventiladores Principales
- Ventiladores Redundantes
- 2 módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE – ER.
- 2 módulos de 8 puertos 1Gbps c/u

Nivel de Inversión Nodo 03: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

NODO N4:

- Chassis Modular de 14 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervisor Redundante
- Ventiladores Principales

- Ventiladores Redundantes
- 2 módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE – ER.
- 2 módulos de 8 puertos 1Gbps c/u

Nivel de Inversión Nodo 04: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

NODO N5:

- Chassis Modular de 13 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervisor Redundante
- Ventiladores Principales
- Ventiladores Redundantes
- 2 módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE – ER.
- 2 módulos de 8 puertos 1Gbps c/u

Nivel de Inversión Nodo 05: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

NODO N6:

- Chassis Modular de 14 slots
- Fuente Principal
- Fuente Redundante
- Módulo Supervisor Principal
- Módulo Supervisor Redundante
- Ventiladores Principales
- Ventiladores Redundantes
- 2 módulos de 01 puerto 10G c/u con interface 10GBASE – ER.
- 2 módulos de 8 puertos 1Gbps c/u

Nivel de Inversión Nodo 06: US\$ 277,603.00 (Doscientos setenta y siete mil seis cientos tres 00/100) Dólares Americanos.

INVERSION TOTAL EQUIPOS ACTIVOS: US\$ 1'735,015.00 (Un millón setecientos treinta y cinco mil quince 00/100) Dólares Americanos.

Adicional a este costo, habría que agregar los costos de instalación de cable de fibra óptica[22] alrededor de todo el anillo.

Se tiene que considerar que los cálculos tomados para el presupuesto son referenciales. Para determinar el costo de instalación mas completo se tiene que considerar otros aspectos como la conectividad y autorización municipal. Esto es tomar en cuenta los costos de autorización por el paso de la fibra en cada distrito (autorización de la obra, canalización tendido aéreo, ubicación de postes, etc.); se debe tener cuidado al cruzar zonas donde no es permitido hacer el tendido aéreo que es imprescindible realizar el tendido subterráneo tal es así que este trabajo considera el 80% de tendido subterráneo y 20% de tendido aéreo. El costo del tendido de fibra canalizado es de US\$ 45.00 por metro haciendo un total de US\$5'400,000.00 y en caso de tendido aéreo en promedio de US\$ 30.00 por metro haciendo un total de US\$ 900,000.00 , para nuestro caso, nuestro anillo cubriría aproximadamente 150Km., por lo que el costo para todo el anillo seria US\$ 6'300,000.00 (seis millones trescientos mil y 00/100) Dólares Americanos.

Tabla 4.1 Cuadro Referencial de los costos de algunos Municipios

	Autorización S/.	Inspección Ocular S/.	Canalización ml S/.	Instalación de Poste c/u S/.
EL AGUSTINO	480,00	116,00	6,00	58,00
MIRAFLORES	700,00	219,00	22,00	80,00
RIMAC	547,00	120,00	8,00	20,00
SAN LUIS	250,00	200,00	19,00	30,00

A todo ello se tiene que agregar el pago al Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC) del 0.25% de la inversión, aprox. US\$ 20,087.00 (Veinte mil ochenta y siete y 00/100 Dólares Americanos); así como el pago al personal par la instalación y prueba de los equipos en los nodos respectivos de aprox. US\$ 40,000.00 (Cuarenta mil y 00/100 Dólares Americanos)

Como conclusión podríamos decir que para la implementación de esta primera propuesta necesitaríamos como mínimo una inversión de US\$8'100,000.00 (Ocho millones cien mil y 00/100 Dólares Americanos) solamente considerando el costo de instalación de la fibra óptica y el costo de la adquisición de los equipos necesarios para realizar los enlaces. Sin

embargo sería la única propuesta en la que se podría ofrecer servicios de transmisión de datos urbano a terceros, lo cual nos dejaría una utilidad.

Se plantea la Existencia de Nodos Secundarios (NS1, NS2, NS3, NS4, NS5, NS6), los cuales se encontrarán distribuidos dentro del ámbito Metropolitano. Por diseño se recomienda que cada nodo secundario colapse a dos Nodos Primarios (N1, N2, N2, N3, N5, N6).

Asimismo para el acceso a nivel nacional se requerirá la plataforma de un tercer Operador. Se recomienda que el Operador que se escoja tenga una cobertura a nivel nacional, además de ser una RED IP-MPLS[23]. Todos los Nodos Ipv6 que se encuentra fuera de la cobertura de Lima Metropolitana accederán a la Red Académica a través de TUNELES implementados por DUAL STACK ROUTERS, tal y como muestra la figura 4.1

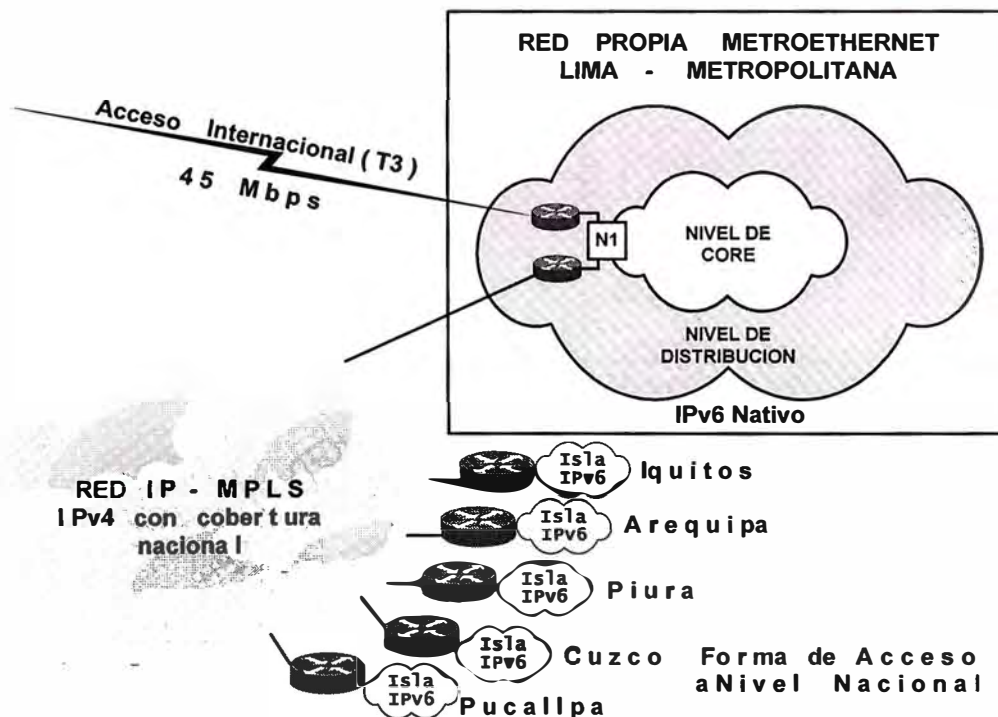


Fig. 4.1 Conexión de la IP-MPLS

TABLA 4.2 PRESUPUESTO OBTENIDO DE 3COM PERU

SWITCH TIPO N1

Description	Product Code	Unit List Price	Qty	Subtotal
3Com Switch 8814 14-slot, 360 Gbps Starter Kit	3C17500	\$43.194,00	1	\$43.194,00
3Com Switch 8800 10-slot, 360 Gbps Starter Kit	3C17501	\$37.194,00	1	\$37.194,00
3Com Switch 8800 2000W AC Power Supply	3C17507	\$3.594,00	1	\$3.594,00
3Com Switch 8800 12-port 1000BASE-X (SFP) Module	3C17513	\$10.194,00	1	\$10.194,00
1000BASE-LH GBIC	3CGBIC97	\$7.194,00	12	\$86.328,00
3Com Switch 8800 1-port 10GBASE-X (XENPAK) Module	3C17511	\$11.994,00	2	\$23.988,00
ER XENPAK TRANSCEIVER	3CXENPAK96	\$14.394,00	2	\$28.788,00

\$233.280,00 x6 \$1.399.680,00

SWITCH TIPO N2

Description	Product Code	Unit List Price	Qty	Subtotal
3Com Switch 8814 14-slot, 360 Gbps Starter Kit	3C17500	\$43.194,00	1	\$43.194,00
3Com Switch 8800 10-slot, 360 Gbps Starter Kit	3C17501	\$37.194,00	1	\$37.194,00
3Com Switch 8800 2000W AC Power Supply	3C17507	\$3.594,00	1	\$3.594,00
3Com Switch 8800 12-port 1000BASE-X (SFP) Module	3C17513	\$10.194,00	1	\$10.194,00
1000BASE-LH GBIC	3CGBIC97	\$7.194,00	12	\$86.328,00

\$180.504,00 x6 **\$1.083.024,00**

TOTAL \$2.482.704,00

**TOTAL +
IGV \$2.954.417,76**

4.3 Segunda Propuesta:

4.3.1 Red Ipv6 Nativo Alquilando Circuitos de Fibra Óptica a Un Operador.-

En esta segunda propuesta, se tendría básicamente la misma red presentada, sin embargo como variante para poder ahorrar el costo de la instalación de cables de fibra óptica en la ciudad, se optaría por alquilar circuitos de fibra óptica a una empresa “Operador Local” para poder formar el anillo (CORE). En este caso solamente se tendría que solicitar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones la licencia de “Teleservicio Privado”. Ver los requisitos para obtener dicho contrato en el anexo.

En cotizaciones solicitadas a “Operadores Locales” el costo de un enlace de fibra óptica (2λ como mínimo) en promedio es de US\$ 9,500 (Nueve mil quinientos y 00/100) Dólares Americanos por mes. Los costos de los equipos serían los mismos que los expuestos en la primera propuesta.

Cada “λ” proporcionará hasta 10Gbps de velocidad entre Nodo y Nodo, la renta mensual que se pagará es por cada enlace entre Nodo y Nodo, son 06 enlaces que se implementarán formando una topología en anillo. La renta total para implementar la Red bajo la topología de anillo será de US\$9,500x6, dando un total de Renta mensual por arrendamiento de Fibra Óptica de US\$ 57,000.00.

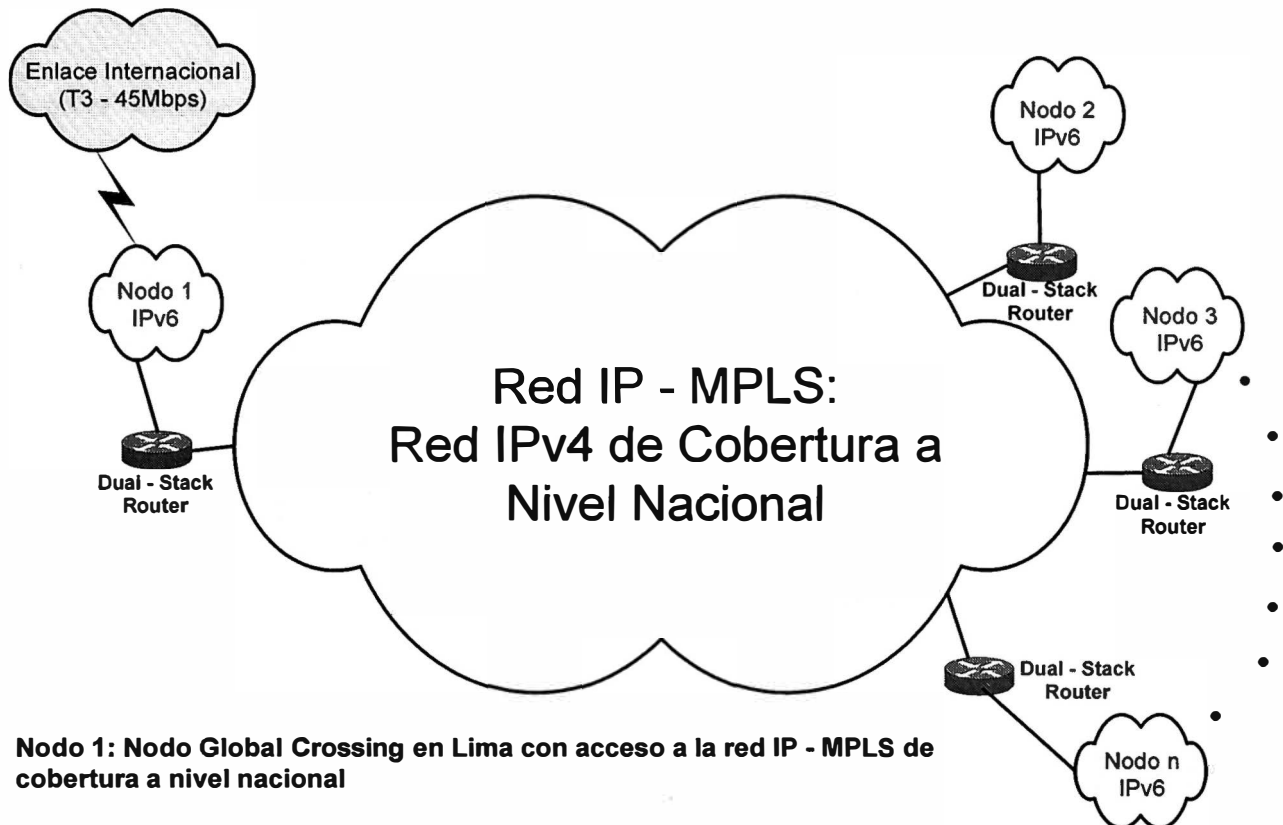
En esta segunda propuesta podría ser conveniente pues no se perderían Calidad de Servicio en la red.

4.4 Tercera Propuesta:

4.4.1 Generación de Túneles Ipv6 en la Red Ipv4.-

En esta propuesta se plantea el uso de la infraestructura de un operador Ipv4, cuya cobertura sea nacional. La recomendación es que la plataforma de este operador sea una RED IP - MPLS. Todos los nodos Ipv6 (ISLAS Ipv6) que formen parte de la RED ACADEMICA a nivel Lima metropolitana o a nivel nacional accederían, a un punto Central; Este punto Central será el nodo Ipv6 donde llegará el acceso Internacional (NODO GLOBAL CROSSING – T3, 45Mbps). En el Nodo Central se utilizará un DUAL STACK ROUTER el cual recibirá un enlace de T3 (Ipv6) proveniente de CHILE (Nodo

Principal de la RED CLARA). Asimismo este DUAL STACK ROUTER poseerá una segunda INTERFACE A LA RED IP-MPLS (Tercer Operador); esta segunda Interface será un T3 (Ipv4). Esta segunda Interface será el HEADER para que Nodos distribuidos a Nivel de Lima Metropolitana (ISLAS Ipv6) y Nodos a Nivel Nacional (ISLAS Ipv6) puedan acceder a la RED ACADEMICA, la velocidad de ACCESO DE CADA NODO REMOTO será de 2Mbps.



Nodo 1: Nodo Global Crossing en Lima con acceso a la red IP - MPLS de cobertura a nivel nacional

Nodo 2, 3,...n: Nodos distribuidos en Lima Metropolitana y a Nivel Nacional que accederían al nodo 1 IPv6 a través de la red IP - MPLS

Fig. 4.2

4.5 Resumen

En este capítulo se presenta tres propuestas para dotar al país de una RED ACADEMICA NACIONAL, cada uno de ellas con sus características técnicas de factibilidad y estudio económico.

Estamos seguros de que nuestro país está en condiciones de contar en un plazo breve, con una red que conecte, entre sí y con el exterior, a todos los institutos del ámbito científico y académico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Somos conscientes de que, en las actuales circunstancias, el estado de ánimo predominante en nuestro sector no es precisamente optimista. Muchos científicos han sufrido grandes desilusiones a lo largo de los últimos años y se han volcado a resolver sus problemas por la vía puramente individual.
2. Dichas soluciones aplicadas al problema de comunicaciones consisten por ejemplo en que un investigador (o un grupo de ellos) con buenos contactos en el exterior (y con algunos recursos) consiga ser usuario de una maquina en algún centro extranjero y se conecte con ella usando DDI o bien la línea PERUNET. A nivel institucional también hay salidas individuales: Un organismo del ámbito científico puede conseguir una conexión con un nodo internacional usando libremente una línea DDI.
3. El objetivo del proyecto RAP es resolver un problema que afecta a toda la comunidad Académica.
4. La solución propuesta se basa en un análisis de las características de nuestro sistema científico. La Red Académica Nacional pretende convertirse en una solución federadora que aproveche racionalmente los escasos recursos y que se convierta en una solución definitiva que conecte a la mayoría, sino a todas las instituciones dedicadas a la investigación, entre si y con el exterior. Facilitar la interacción de los grupos que trabajan en nuestro país y sus contactos internacionales convirtiendo a nuestros centros de Investigación en productores internacionales de información y no Solamente en Consumidores De esa información, la que en general nos llega con atrazo.
5. El proyecto RAP no tendrá éxito si no recibe el Apoyo de la comunidad Científica Nacional. El problema de Comunicaciones existe, puede y debe ser resuelto en un Corto plazo

RECOMENDACIONES

1. Definir dentro de la RAAP el Grupo de Ingeniería de la Red o NEG.
2. En estos momentos en que la RAAP está formándose, es necesario definir un grupo de trabajo que se responsabilice de la finalización del diseño de la red, y en mantener las coordinaciones con los responsables de las otras NEG de las redes Latinoamericanas y de la Red CLARA.
3. La asignación del grupo de ingeniería de la red puede ser a nombre personal (uno de los miembros del consejo de la RAAP) o recaer en una institución que forma la RAAP. En los casos de las redes CUDI y RNP es una asignación a nombre de una institución.
4. Definir dentro de la RAAP el Centro de Operación de la Red o NOC. Este grupo, dentro de la RAAP, será de gran importancia ya que tendrá la responsabilidad de la operación, monitoreo, gestión y administración de la Red CLARA.
5. Identificar áreas de investigación. Ante la proximidad del funcionamiento de la Red RAAP, es indispensable definir y priorizar las áreas de investigación y responsabilizar a las instituciones miembros de la red en su ejecución.
6. Identificar las nuevas aplicaciones a través de la RAAP Son las nuevas aplicaciones las que generarán tráfico a través de la Red RAAP, siendo la videoconferencia una aplicación de necesidad inmediata.
7. Formar un grupo de seguridad en redes IP Son pocos los países que cuentan con un grupo especializado de temas de seguridad en redes IP. Hoy en día este tema es muy importante ante la proliferación de intrusos a las redes académicas de las universidades y centros de investigación.

La experiencia mexicana y brasileña nos enseña que la formación de un grupo altamente especializado en temas de seguridad siguiendo los criterios internacionales es alrededor de 04 años, en el mejor de los casos.
8. Captación de nuevos miembros a la RAAP Es importante que la RAAP inicie el proceso de captación de nuevos miembros para ampliar las áreas de investigación y el uso de nuevas aplicaciones. Incorporar nuevos miembros en la RAAP no sólo es un aspecto favorable desde el punto de vista económico, sino que permitirá apoyar y descentralizar las actividades de I+D a lo largo del país.
9. Considerar y/o mantener dentro de los planes institucionales el tema de las redes académicas avanzadas.

10. Es importante que las instituciones tengan programadas dentro de sus planes operativos actividades relacionada con las redés académicas avanzadas. Esto permitirá evitar recargar con actividades adicionales al personal especializado de las instituciones miembros de la RAAP y centrarse en proponer proyectos de I+D.
11. El objetivo del trabajo es impulsar la difusión, desarrollo, investigación, publicación y promoción del protocolo IPv6. Para consolidar una comunidad experta de profesionales que a nivel nacional perfíle las estrategias ideales de migración y adopción hacia la nueva arquitectura de transporte de Internet.
12. La existencia de esta red permitiría aumentar considerablemente la interacción entre grupos nacionales geográficamente dispersos así como también facilitaría sus contactos internacionales. Es por eso que creemos que el desarrollo de las redes de comunicación entre computadoras debe ser un objetivo prioritario de la política científico-técnica de nuestro país

ANEXO A

El Perú, a través del INICTEL, participó desde la primera reunión convocada por la Comunidad Europea en la formación de este gran proyecto de interconectividad. Es así que a fines de 2002, a iniciativa del CONCYTEC, se forma una primera comisión que ve la factibilidad de crear una red de investigación en el Perú con nuevas tecnologías, siendo la apreciación final que es necesario para el desarrollo del Perú su implementación. En abril de 2003 se establece el primer Comité Provisional para la formación de esta nueva red en el Perú denominada Red Académica Peruana-RAAP. En Febrero de este año 2004 se estableció el primer Comité de la RAAP el cual está integrado por las universidades: Nacional Mayor de San Marcos, UNI, Cayetano Heredia, Pontificia Universidad Católica del Perú, La Molina y por los institutos de investigación como el INICTEL y el IPEN; además se cuenta con la participación de la RCP.

Actualmente la RAAP tiene definido una arquitectura de red, que permitirá interconectar los centros de investigación del Perú y estos con el mundo. Esta arquitectura se basa en VPN/MPLS.

ANEXO B

1. Cartilla De Orientación para el Otorgamiento de Concesión para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones

CARTILLA DE ORIENTACIÓN PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIÓN PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES.

I. ¿ Cuáles son los requisitos para obtener una concesión?

PARA PERSONAS NATURALES Y JURÍDICAS:

Solicitud dirigida al Ministro de Transportes y Comunicaciones, según formulario, adjuntando la siguiente información y documentación:

Perfil del proyecto técnico para la prestación del servicio solicitado, autorizado por ingeniero colegiado hábil de la especialidad.

Proyección de la inversión prevista para los primeros cinco (5) años y monto de la inversión inicial a ser ejecutado durante el primer año. La información a presentar debe realizarse en forma desagregada de acuerdo al formato proporcionado por la Dirección de Gestión. La proyección de la inversión indicada deberá ser consistente con el Perfil del Proyecto Técnico presentado, tomando en cuenta el área a servir y la clase y modalidad del servicio a prestar. Carta fianza por el quince (15) % de la inversión inicial a fin de asegurar el inicio de las operaciones, siempre que la concesión involucre en su área la provincia de Lima y/o la Provincia Constitucional del Callao.

Pagos por derecho de trámite y por derecho de publicación de la resolución de concesión en el Diario Oficial El Peruano. En caso de denegarse la solicitud, el pago efectuado por derecho de publicación será devuelto al solicitante.

Para los casos en que la concesión para servicios finales involucre la provincia de Lima y/o la Provincia Constitucional del Callao, los solicitantes deberán contemplar adicionalmente en su proyecto técnico la atención, como mínimo, de una localidad fuera del departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, asegurando la prestación del servicio en dicha localidad por el período que dure la concesión. Dichas localidades serán seleccionadas por el Ministerio mediante Resolución Ministerial de acuerdo a los criterios que establezca.

En el caso de que la información legal antes señalada ya conste en otro expediente, ello se indicará en la solicitud, precisando de ser posible, el número de expediente respectivo.

PARA PERSONA JURIDICA:

Copia del testimonio de constitución social inscrito conforme a ley o del instrumento que corresponda tratándose de empresas extranjeras, legalizada por Notario Público o certificada por Fedatario.

Certificado de vigencia de poder del representante legal con una antigüedad no mayor de tres (3) meses.

Copia legalizada o certificada del documento de identidad del representante legal.

Copia del documento que acredite la inscripción en el Registro Único de Contribuyentes (RUC) de la empresa.

Hoja de Datos personales, según formulario, del representante legal y los socios que posean acciones o participaciones con derecho a voto, que representen un CA-001 DGGT porcentaje igual o superior al diez por ciento (10%) del capital social de la misma.

En caso de que alguno de los socios o accionistas sea a su vez una persona jurídica, su representante legal deberá presentar dicho requisito.

Declaración jurada, según formulario, del representante legal y de los socios o accionistas que posean acciones o participaciones igual o superior al diez por ciento (10%) del capital social de la empresa solicitante; de no hallarse impedido de contratar con el Estado ni estar incurso en las limitaciones establecidas en la Ley y el Reglamento. En caso de que alguno de los socios sea a su vez una persona jurídica, su representante legal deberá presentar dicho requisito.

PARA PERSONA NATURAL:

Copia del documento de identidad, legalizada o certificada

Copia del documento que acredite la inscripción en el Registro Único de Contribuyentes (RUC) del solicitante.

Hoja de Datos personales del solicitante, según formulario.

Declaración jurada del solicitante, según formulario, de no hallarse impedido de contratar con el Estado ni estar incurso en las limitaciones establecidas en la Ley y el Reglamento.

Es importante resaltar que el requisito referido a la carta fianza, no deberá exigirse al momento de presentarse la solicitud de concesión, toda vez que la misma se hace entrega previo a la suscripción del contrato de concesión, para el caso que el área de concesión involucre la provincia de Lima y/o la Provincia Constitucional del Callao.

II. ¿Cuál es el procedimiento a seguir?

Presentación de la solicitud con requisitos formales (numeral I).

Verificación del cumplimiento de los requisitos formales, en caso de faltar algún requisito se otorga un plazo de 7 días calendario para subsanar la omisión.

Admitida la solicitud el Ministerio en un plazo de 5 días hábiles ordena al solicitante la publicación de un extracto de la solicitud en el Diario Oficial El Peruano y en otro de circulación nacional (Plazo de 10 días calendario para publicar).

Análisis integral de la solicitud. (servicios existentes: 30 días hábiles, servicios nuevos: 50 días hábiles).

De ser necesaria información adicional, el Ministerio la requerirá otorgando un plazo no mayor a 5 días hábiles (a solicitud del interesado, y de considerarlo pertinente, el Ministerio podrá prorrogar dicho plazo cuando así lo haya solicitado el interesado).

El informe favorable de la DGGT y los actuados correspondientes se remiten a la Oficina General de Asesoría Jurídica para su visación. Esta Oficina General, dentro de un plazo máximo de 5 días hábiles, elevará los actuados al Despacho del Viceministro de Comunicaciones. CA-001 DGGT

El Viceministro de Comunicaciones eleva los actuados al Ministro para la emisión de la Resolución que otorga la Concesión y aprueba el contrato de Concesión.

Notas:

El plazo para el otorgamiento de concesiones es de cincuenta (50) días, pudiendo prorrogarse, excepcionalmente, a setenta (70) días, en el caso de nuevos servicios, computados a partir de considerarse admitida la respectiva solicitud.

El cómputo de los plazos precitados, se interrumpirá cuando esté pendiente de cumplimiento algún requerimiento efectuado al solicitante, se efectúen observaciones a la solicitud de concesión o durante el proceso de la Audiencia Pública.

III. Al obtener la concesión, ¿cuáles serían mis compromisos contractuales?

Iniciar la prestación del servicio en el plazo establecido.

Cumplir con el plan mínimo de expansión.

Cumplir con los pagos que correspondan conforme a Ley.

Uso de equipos de tecnología reciente.

Cumplir con los requisitos de calidad del servicio y mantener la continuidad del mismo.

Cooperar con otros prestadores de servicios públicos de telecomunicaciones.

Establecer y mantener registros adecuados de información.

Cumplir con las reglas de competencia establecidas en la normativa aplicable.

Prohibición de prácticas monopólicas, trato no discriminatorio y ventas atadas.

Brindar facilidades a las labores de supervisión del MTC y OSIPTEL.

Cumplir con los mandatos y reglamentos emitidos por el MTC y el OSIPTEL

Prestar sus servicios de telecomunicaciones conforme a las leyes peruanas y el control de concesión.

IV. ¿ Qué pagos debo efectuar, en caso de obtener la concesión?

A. Pago por única vez, antes de la firma del contrato :

- Derecho de concesión (0,25% de la inversión a realizar durante el primer año).

B. Pagos periódicos:

- Tasa de explotación comercial del servicio (0,5% de los ingresos brutos facturados anualmente). CA-001 DGGT

- Fondo de inversión en telecomunicaciones, FITEL (1,0% de los ingresos brutos facturados anualmente; excepto para los servicios públicos de Distribución de Radiodifusión por Cable).

- Aporte de supervisión a OSIPTEL (0,5% de los ingresos brutos facturados anualmente).

- De ser el caso, canon por el uso de espectro radioeléctrico.

V. ¿Cuál es la normativa aplicable ?

Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones (D.S. N° 013-93- TCC).

Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones (D.S. N° 06-94-TCC y sus modificatorias).

Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N° 008-2002-MTC del 04.03.2002).

Decreto Supremo N° 040-2004-MTC Modificatoria del T.U.O. del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones

VI. Formatos y formularios

Solicitud de concesión

Modelo de Declaraciones Juradas

Hoja de datos personales

Proyección de Inversión

Formatos de Información Técnica para cada una de las estaciones, de ser el caso.

Para mayor información, diríjase al MTC:

Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones

Dirección: Av. 28 de Julio N° 800, Piso 2, Cercado de Lima.

Teléfono: 433-7800 Anexo 1445

Horarios de Atención de 9:00 a 12:30 y de 14:00 a 16:00 o en nuestro web site:

[http:// www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe)

ANEXO C

IPv6 Task Force Perú / Versión 1.0 / Lima 18 de Mayo del 2005

IPv6 Task Force Perú

Introducción

Nace esta iniciativa a petición de Rosa Delgado, miembro Ejecutivo del Task Force IPv6 Europeo, quien hace dos años atrás, planteo la formación del Task Force IPv6 Perú y de los señores Iván Rodríguez Chávez, Leonardo Alcayhuaman Accostupa, Mesías Guevara Amasifuen, Marco Antonio Torres Curo, Pedro Valdivia Maldonado, Daniel Díaz Ataucuri, Alfredo Arnulfo Santos y Gerson Mayta Flores, miembros del Comité.

La iniciativa es respaldada por la Asamblea Nacional de Rectores (ANR), La Universidad Ricardo Palma, el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL) y COMSAT PERÚ S.A.C.

La iniciativa se articula como un grupo de trabajo abierto de duración limitada con entidad jurídica propia, siendo esta duración dependiente del logro de los objetivos y las necesidades de la sociedad TI del Perú. La información, grupos de discusión, y resultados estarán disponibles en la pagina web del Grupo (<http://www.ipv6tf.org.pe/>)

El objetivo final de esta iniciativa es impulsar la difusión, desarrollo, investigación, publicación y promoción del protocolo IPv6. Para consolidar una comunidad experta de profesionales que a nivel nacional profile las estrategias ideales de migración y adopción hacia la nueva arquitectura de transporte de Internet.

OBJETIVOS PARTICULARES

El IPv6 Task Force Peruano se constituye como un grupo de trabajo, al modo del Task Force IPv6 Europeo, y otros grupos similares, con el objetivo básico de estudiar las perspectivas de la tecnología IPv6 y las acciones a tomar para que la implantación de la misma responda a las necesidades del mercado y la sociedad de la información peruana, con las siguientes consideraciones:

1. Establecimiento e Implementación de estrategias básicas

- Evaluación semi-anual de las tendencias comerciales, así como el desarrollo y evaluación de proyectos del grupo.
 - Establecer y hacer el seguimiento en estrategias técnicas para promover IPv6.
 - Relaciones públicas, Ej.: instalación de showrooms (salones demostrativos), participación en eventos.
 - Colaboración con las organizaciones relacionadas dentro del Perú, así como involucrarse en el fomento de la cooperación, conferencias y negociaciones internacionales.
2. Desarrollo e Implementación de estrategias para la transferencia de direcciones
- Formulación de estrategias para acomodar la transferencia desde IPv4 a IPv6 preparando propuestas de políticas a las entidades y empresas interesadas.
3. Recomendaciones de evaluación
- Evaluación técnica de IPv6 (evaluación de las habilidades de operación en Internet) y publicar lista de productos disponibles y aprobados (IPv6 ready logo)
 - Evaluación de participación en experimentos y verificar el cumplimiento de los requisitos para operar con IPv6
4. Investigación sobre Tecnología y Servicios de Seguridad
- Investigar sobre seguridad y tecnologías en desarrollo que estén relacionados con IPv6
 - Examinar la inter operación entre las tecnologías de seguridad y los servicios
5. Desarrollo de soporte a los Servicios de Aplicación
- Intercambio de información / proveyendo a los desarrolladores que están involucrados en el desarrollo de aplicaciones y servicios relacionados a IPv6 el soporte adecuado
 - Analizar las necesidades relacionadas con los anteriores y trabajar en un reporte
6. Soporte Operacional de redes experimentales

- Soporte a los experimentos demostrativos promoviendo la participación de empresas y usuarios individuales en redes experimentales de IPv6
- Evaluación y análisis del experimento demostrativo

7. Soporte Básico de desarrollo de sistemas

- Soporte al desarrollo de sistemas de registro y servidores root DNS's y otros sistemas básicos

8. Desarrollo de Recursos Humanos

- Proveer el soporte para el entrenamiento práctico y motivar a los colaboradores

9. Promoción de Actividades a los integrantes del Grupo

- Promover actividades a las empresas, organizaciones e individuos que estén acordes con los objetivos de IPv6
- Otros

Otro de los aspectos que se podrán tener en cuenta en la elaboración de documentos referentes a la posición peruana son:

- Educación y formación al respecto de IPv6.
- Firma digital.
- Comercio electrónico y e-móvil
- Evolución de redes públicas y educativas hacia IPv6.
- Evolución de redes privadas hacia IPv6.
- Infraestructuras Wireless y servicios de Movilidad.
- IPv6 y la Ruptura de la Brecha Digital, y el crecimiento de la Sociedad de la Información.
- Recomendaciones a los programas de I+D nacionales al respecto de IPv6.
- Evolución de redes privadas (VPNs), infraestructuras de ISP's y móviles
- IPv6 en toda clase de dispositivos electrónicos de consumo, industriales y redes domésticas
- Otros tópicos que permitan promover IPv6

ANEXO D

IPv6 Task Force Perú se establece para direccionar las oportunidades y retos para las comunidad de Internet nacional (gobierno, industria, sector privado, educación, organizaciones internacionales y la sociedad civil) para acelerar la adopción del Nuevo Protocolo de Internet versión 6 (IPv6).

IPv6 Task Force Perú se establece para recomendar adopción de un Plan de Acción Nacional que especifique el periodo de transición y posteriormente la adopción del protocolo IPv6 - mas adecuado, para la comunidad peruana.

IPv6 Task Force Perú se establece para definir las mejores prácticas de Calidad de Servicio, seguridad y movilidad como base para las aplicaciones de nueva generación tales como e-Bussines, e-Learning (Tele educación), e- Health (Tele medicina), e-Goverment (Gobierno electrónico) e-environment (Tele Medio ambiente) así como servicios multimedia y de entretenimiento.

IPv6 Task Force Perú se establece para trabajar en estrecha colaboración con comunidades Task Force IPv6 existentes en otros países y otras regiones como Europa, Asia y Africa.

IPv6 Task Force Perú se establece para coordinar con iniciativas de organizaciones internacionales relacionadas con el desarrollo de Internet, tales como la Unión Europea, también de UN ICT Task Force (Tecnologías de la Información y la Comunicación de las Naciones Unidas) y de la Declaración Millenium de metas y planes de acción <http://www.unicttaskforce.org> y la cumbre de la sociedad de la información (<http://www.wsis.org>).

IPv6 Task Force Perú permitirá recuperar la experiencia de los peruanos que emigraron a otros países y que desean participar en el proceso de contribuir al desarrollo de su país.

ACCIONES A REALIZAR

- Sensibilizar la comunidad peruana sobre el impacto en IPv6 en el ámbito técnico, económico y social.
- Identificar escenarios de transición hacia el uso de IPv6 adecuado para los peruanos

- Educar e influenciar a los gestores de decisión en los beneficios que IPv6 le puede dar.
- Organizar talleres, tutoriales y conferencias para la comunidad local.
- Identificar retos para la comunidad que pueden ser resueltos adoptando IPv6 y que determine su habilidad de satisfacer los requerimientos nacionales.
- Incrementar la coordinación con otras Task Force de América, África, Asia y Europa.
- Promover el lanzamiento de proyectos pilotos de IPv6 para demostrar la viabilidad técnica de IPv6 y su interoperatividad con IPv4 .
- Incrementar la coordinación I+D (investigación y desarrollo) y ayudar a desarrollar experiencia en estrategias de coexistencia para facilitar la transición.
- Participar en eventos e iniciativas internacionales.
- Mantener informado a la comunidad local e internacional en los últimos acontecimientos (prensa, TV, radio)

MIEMBROS

- **Gobierno:** Entidades nacionales del gobierno líderes de la tecnología que se comprometan a participar activamente en la elaboración de un plan de acción que ayude alcanzar el despliegue y desarrollo de IPv6 en el país y las implicancias que para toda la comunidad significa.
- **Industria:** Organizaciones líderes de la industria en el territorio peruano que contribuyan con el lanzamiento de IPv6 (proveedores de servicios, desarrolladores de aplicaciones y servicios, consultores, etc.)
- **Organizaciones internacionales:** Organizaciones internacionales líderes de la industria e investigación, academias y agencias especializadas de las Naciones Unidas.
- **Sector Académico:** Universidades de cualquier naturaleza, Institutos de Educación Superior e Institutos de Investigación.
- **Individuales:** Todos los ciudadanos interesados Peruanos o amigos del Perú son invitados a participar en el proceso

COMITÉ INICIAL DE MANEJO

Miembros representantes de los principales stakeholders como técnicos, operadores, académicos y del gobierno.

Las decisiones son tomadas por El comité de manejo y la directiva del Task Force.

Eventos próximos

- 2005 – Formación del Task Force Peruano (sitio web)
- 2005 – Invitación a los principales protagonistas / stakeholders a unirse a la TF
- Junio del 2005, Lima, Lanzamiento del Taskforce IPV6 Perú en el evento LACNIC VIII
- Agosto del 2005, Evento sobre los fundamentos y aplicaciones de IPV6
- Setiembre del 2005, Presentación al Gobierno Peruano

COMITÉ DIRECTIVO

Presidente	:	Iván Rodríguez Chávez
Vicepresidente	:	Alfredo Arnulfo Santos
Secretario	:	Mesías Guevara Amasifuen
Tesorero	:	Pedro Valdivia Maldonado
Vocal	:	Daniel Diaz Autaucuri
Vocal	:	Leonardo Alcayhuaman
Vocal	:	Marco Torres Curo
Vocal	:	Gerson Mayta
Asesora	:	Rosa Delgado

MIEMBROS FUNDADORES

Iván Rodríguez Chávez, Actualmente es Presidente de la Asamblea Nacional de Rectores
 Leonardo Alcayhuaman Accostupa, Actualmente es Decano de la Facultad de Ingeniería
 Universidad Ricardo Palma

Mesías Guevara Amasifuen, Actualmente es Director de Ing. Electrónica Universidad Ricardo Palma

Marco Antonio Torres Curo, Actualmente es miembro del grupo LINURP (Comunidad de usuarios de Software libre)

Alfredo Arnulfo Santos, Actualmente es Presidente del NAP

Gerson Mayta Flores, Actualmente es representante de COMSAT ante LACNIC

Pedro Valdivia Maldonado, Actualmente es Director General de INICTEL

Daniel Díaz. Ataucuri, Actualmente es Investigador de INICTEL

Rosa Delgado, Actualmente es miembro del Concejo de Administración del Internet Society (ISOC)

José Antonio García Villanueva, Actualmente es miembro del grupo LINURP (Comunidad de usuarios de Software libre)

Claudia Córdova, Actualmente es investigadora de INICTEL

PARTICIPANTES Y DESTINATARIOS

El “**Task Force IPv6 Perú**” está abierta a cualquier empresa institución de educación o investigación, organismo de la administración, asociación de usuarios, individuos legalmente establecidos en el territorio peruano, peruanos que viven fuera del Perú o extranjeros que han vivido en el Perú.

Cualquier persona que represente oficialmente a alguna de las entidades identificadas podrá participar en las actividades de la “**Task Force IPv6 Perú**” durante el periodo de duración de la misma. El ingreso en el grupo se realizará mediante la suscripción del interesado en la lista plenaria y en una o más de las listas de correo electrónico establecidas. Los participantes están invitados a contribuir a las actividades del grupo y tienen el derecho a acceder a toda la información y a que sus opiniones sean debidamente recogidas.

GLOSARIO

1. @LIS .- Interconexión de los Recursos InformáticoS de las universidades y centros de investigación de España.
2. CAESAR. - Connecting All European and South American Researchers.
3. GÉANT .- Red pan-europea de investigación a alta velocidad.
4. DANTE .- Organización que planea, construye y opera redes pan-Europeas para la investigación y educación.
5. CLARA .- Cooperación LATinoamericana de Redes Avanzadas.
6. I+D .- Investigación y Desarrollo.
7. IPV4 .- es la versión 4 del Protocolo IP (Internet Protocol). Esta fue la primer versión del protocolo que se implemento extensamente, y forma la base de Internet.
8. IPV6.- es la versión 6 del Protocolo de Internet (Internet Protocol), un estándar del nivel de red encargado de dirigir y encaminar los paquetes a través de una red.
9. BACKBONE.- Columna Vertebral de una conexión de datos.
10. ABILENE.- Es un backbone con tecnología de avanzada.
11. INTERNET2.- Red de Investigación de USA.
12. NREN.- Redes Nacionales y Regionales de Investigación y de Educación.
13. TEN-155.- Red que utilizaba la tecnología ATM de 155 Mbit/s.
14. VPN.- Red Privada Virtual.
15. ITN .- International Transit Network
16. CANARIE.- Red de desarrollo avanzado de Internet de Canadá.
17. DWDM .- Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda.
18. SONET.- Es un estándar para el transporte de telecomunicaciones en redes de fibra óptica.
19. CORE.- Núcleo del cable de Fibra Óptica
20. CUDI .- Red de Investigación Mexicana
21. RNP.- Red de Investigación Brasileña

22. REUNA.- Red de Investigación Chilena
23. RETINA.- Red de Investigación Argentina.
24. GLOBAL CROSSING.-
25. ISP .- Proveedores de Servicio Internet
26. SDH.- Red Óptica Síncrona. Protocolo estándar de comunicación sobre fibra óptica.
27. ATM.- Esta tecnología, permite aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no se transmite y se conmuta a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.
28. PVC .- Circuitos Virtuales Permanentes
29. LANE .-Emulación de Red de Área Local
30. MULTICAST.- Multidifusión ATM
31. NAP.- Sistema que se utiliza para asignar una red completa (o varias redes) a una sola dirección IP
32. INTRANET.- Red de Área Local (LAN) privada empresarial o educativa que proporciona herramientas vía Internet.
33. TELEINMERSIÓN.- Prototipo de aplicación para el consorcio de investigación de Internet 2

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.rau.edu.uy/redavanzada/antecedentes.htm>
- [2] Internet 2 /www.internet2.edu
- [3] Abilene Backbone Network /<http://abilene.internet2.edu/>
- [4] <http://tecnologia.universia.es/tec/internet/geant2.htm>
- [5] GEANT Web Site /<http://www.dante.net/server.php?show=nav.007&>
- [6] http://ec.europa.eu/comm/europeaid/projects/alis/index_es.htm
- [7] Red Española de I + D /<http://www.rediris.es/>
- [8] Red Universitaria Nacional – Reuna /<http://www.reuna.cl/>
- [9] Red Teleinformática Académica RETINA /<http://www.retina.ar/>
- [10] <http://www.cudi.edu.mx/>
- [11] <http://www.cudi.edu.mx/antecedentes/antece.html>
- [12] <http://www.redclara.net/>
- [13] Red Académica Peruana / RAAP www.rap.org.pe
- [14] <http://www.fags.org/rfc/rfc3103.html>
- [15] <http://www.ignside.net/man/redes/ipv6.php>
- [16] <http://imasd.elmundo.es/imasd/ipv6/queesipv6.html>
- [17] Metro Ethernet Forum /www.metroethernet.org
- [18] <http://www.monografias.com/trabajos17/metro-ethernet/metro-ethernet.shtml>
- [19] <http://www.lacnic.net/documentos/lacnicvii/Serv-tuneles-IPv6-FLIP6.pdf>
- [20] Ing. Franco Rengifo Mesía. “Tecnologías en Redes de Datos” INICTEL – División de Teleducación , 2004.

[21] Ing. José Fabián Romo Zamudio. "LA VIDEOCONFERENCIA EN LAS REDES DE DATOS", Articulos/ 2004

[22] http://www.mundotutoriales.com/tutorial_fibra_optica-mdtutorial312109.htm

[23] www.cudi.edu.mx/primavera2002/presentaciones/MPLSVPN.pdf