

## UN VISTAZO A INTERNET 2. PROBLEMÁTICA SOCIAL Y ESTRUCTURAL A LOOK ON INTERNET 2. SOCIAL AND STRUCTURAL PROBLEMATIC

PEDRO MIGUEL OSORIO TIQUE<sup>1</sup>  
CESAR AUGUSTO HERNÁNDEZ SUÁREZ<sup>2</sup>  
ANDRÉS ESCOBAR DÍAZ<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este documento expone de manera informativa los elementos más sobresalientes sobre Internet 2, sin incurrir en descripciones excesivamente técnicas que puedan ceñir al lector a un campo específico de estudios. El tema de Internet 2 aquí planteado partirá de una descripción generalizada del proyecto (desarrollo a través del tiempo, estructura y aplicaciones), como preparación para abordar la principal idea del documento: estado actual y futuro de las redes avanzadas para la investigación y colaboración en Colombia y América Latina.

Sin abandonar la óptica académica, el documento tiene por objeto, proporcionar al lector de elementos de juicio que le permitan comparar y evaluar el estado actual y las condiciones del proyecto de Internet 2 en el mundo, América y Colombia.

### Palabras clave

backbone, gigaPoPs, Internet 2, VPN.

### Abstract

This document describes in informational way the most outstanding elements on Internet 2, without incurring on technical descriptions that can restrict the reader to a particular knowledge's area.

The Internet 2 part treated here, will discuss from a general explanation about the project (development through the time, structure and applications) as a preparation for addressing the main idea of this document: current state and future of the advanced networks for investigation in America and Colombia.

1 Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital. Actualmente adelanta estudios en Diseño Gráfico, y se desempeña en el área de sistemas de la ECCI. Correo electrónico: asmodeus9th@gmail.com.

2 Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista Servicios Telemáticos e Interconexión de Redes. Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y aspirante a Magíster en Economía de la Universidad de los Andes. Docente e investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, e integrante del grupo de investigación ARMOS e Internet Inteligente. Correo electrónico: lctsubasa@gmail.com.

3 Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magíster en Ingeniería, Universidad de los Andes. Aspirante a Magíster en Administración y Negocios de la Universidad de los Andes. Docente e investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Integrante del grupo de investigación CAOS. Correo electrónico: andresed@gmail.com.

Without talking apart the academic's optics, the document's objective is provide to the reader of elements for judgement to compare and evaluate the current state and the conditions of the Internet 2 project in the world, America and Colombia.

Keywords: backbone, gigaPoPs, Internet 2, VPN.

## 1. INTRODUCCIÓN

Internet 2 (o I2) surgió como un proyecto similar al iniciado en los años setenta y que condujo a la Internet comercial de hoy en día. Involucra aproximadamente 200 universidades en el mundo en su mayoría norteamericanas. El proyecto tiene como principal objetivo proveer a la comunidad académica de una red entendida para la colaboración e investigación entre los diferentes miembros y con ello permitir el desarrollo de aplicaciones y protocolos que luego se puedan llevar a la Internet comercial.

En EE.UU. y Europa, la comunidad de I2 cuenta con el apoyo de agencias gubernamentales, corporaciones líderes en el campo de las telecomunicaciones, centros educativos y de investigación e instituciones sin ánimo de lucro, lo que le ha permitido a Internet 2 brindar los espacios para la generación y difusión del aprendizaje en las áreas tradicionales y no tan tradicionales del conocimiento.

Como consecuencia del surgimiento de estos escenarios, en América Latina se inició la implementación de redes avanzadas dedicadas a la investigación y desarrollo, aunque el apoyo de otras entidades diferentes a las universidades no es tan significativo.

A través de la consulta de diferentes fuentes de información, (artículos, publicaciones, e informes disponibles en la Web o en medios impresos) especializadas en el tema, el cuerpo del documento está orientado en gran parte a informar sobre los fundamentos tecnológicos por los que se sustenta Internet 2, y poner a consideración la problemática social y estructural que implica.

## 2. LA SOCIEDAD I2

Internet 2 (conocida también como I2) es uno de los más destacados consorcios que desde 1996; agrupa a más de 200 universidades en el mundo en cooperación con 70 corporaciones líderes, 45 agencias gubernamentales, laboratorios y otras instituciones de educación superior además de más de 50 socios internacionales [2]. Está apoyada en tecnologías de alta velocidad en transmisión de contenidos y en aplicaciones con una alta demanda de recursos tecnológicos; funciona de forma independiente de la Internet comercial. Se fundamenta en la colaboración de las universidades, organismos sin ánimo de lucro y corporaciones.

Su principal objetivo es desarrollar la siguiente generación de aplicaciones telemáticas que faciliten las labores de investigación y educación y así mismo promover la generación de nuevas tecnologías comerciales o no comerciales. La clave para el desarrollo de Internet 2 es la cooperación nacional e internacional de los organismos participantes, la tecnología de vanguardia de la que disponen y las oportunidades únicas de asociación.

Combinando la investigación y la academia con tecnología de punta de la industria, del gobierno y la comunidad internacional, Internet 2 promueve la colaboración y la innovación tan fundamentales para la futura Internet.

El eje de Internet 2 es un consorcio formado por aproximadamente 200 universidades (en su gran parte norteamericanas), dirigido por la comunidad de investigadores y educadores que cuentan con apoyo gubernamental y de algunas empresas del sector informático y de las telecomunicaciones como lo son IBM, Intel Corporation, Cisco Systems, AT&T, Microsoft, Juniper Networks, Lucent Technologies, Qwest Communications, Sun Microsystems entre otras. Además de universidades, al eje se han incorporado organizaciones no gubernamentales y corporaciones interesadas en el proyecto y que se relacionan con el trabajo de redes. Los usuarios finales son los grupos de investigadores de diversas regiones del mundo, que desarrollan y acceden a servicios y aplicaciones que requieren redes con altas velocidades de transmisión.

Internet 2 es administrada por la University Corporation for Advanced Network Development (UCAID) y, entre otras, características, opera sobre una de las redes de mayor velocidad en el mundo denominada Abilene que puede alcanzar 2.4 Gigabits por segundo (Gbps); recientemente, fue llevada a 10 Gbps<sup>4</sup>. Otras organizaciones promotoras y administrativas son Canarie (Canadá), Red Iris (España), Renater (Francia), Reuna, (Chile), Retina (Argentina). En Colombia la Red Nacional Académica de Tecnología

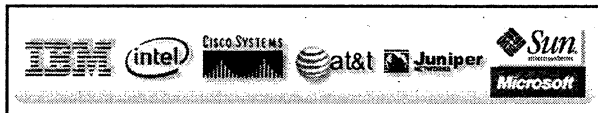


Figura 1. Corporaciones que apoyan el proyecto I2.

Avanzada RENATA constituye la red avanzada de mayor cobertura nacional.

El potencial de Internet en la investigación y la educación, en el comercio y los negocios, en la medicina y la ciencia, en las artes y humanidades y en otras áreas del conocimiento recién ha sido descubierto. A diferencia de las organizaciones convencionales, Internet 2 es pionera en el uso de aplicaciones y tecnologías sobre redes avanzadas, desde sus orígenes académicos hasta su evolución a la Internet Comercial.

Dentro de las definiciones y consideraciones que describen la finalidad de Internet 2, se destaca la siguiente:

Internet 2 permite a la comunidad de investigadores y educadores trascender nuevas fronteras en el desarrollo de la próxima generación de tecnologías para la Internet, a través de una infraestructura de redes confiable y de avanzada. Internet 2 existe para el progreso en las actividades de sus miembros y para la expansión de la comunidad de investigadores y educadores [2].

### 2.1. Objetivos de I2

Los objetivos de Internet 2 comprenden básicamente lo siguiente:

- Proveer una red de alto rendimiento a la comunidad de investigadores de los diferentes organismos miembros del proyecto.

Uno de los objetivos fundamentales establecidos para la Internet 2 es proporcionar una

4 La UCAID tiene como misión facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, operación y transferencia de tecnología de redes basadas en aplicaciones y servicios avanzados así como acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet. Para más información sobre la UCAID visite <http://www.ucaid.edu/>.

infraestructura de redes de última generación que cumpla con los siguientes protocolos y servicios: IPv6<sup>5</sup>, Multicast<sup>6</sup> y Calidad de Servicio (QoS)<sup>7</sup>.

- Facilitar el desarrollo de aplicaciones avanzadas con alta demanda de recursos.

El desarrollo de nuevas aplicaciones y protocolos se apoya en una infraestructura de redes de avanzada que garantiza una comunicación permanente entre los miembros del consorcio además de los servicios ya mencionados. Tal infraestructura permite compartir grandes cantidades de información y la realización de videoconferencias en tiempo real.

- Transferir la tecnología y servicios desarrollados a la Internet convencional.

Internet 2 no está sujeta a intereses particulares y comerciales, pero la investigación y desarrollo está orientada para su posterior uso en las redes convencionales.

Internet 2 no pretende reemplazar a la Internet actual; tampoco se planteó como una infraestructura paralela. Las instituciones participantes en el proyecto mantienen sus enlaces a la Internet tradicional para servicios como la Web, noticias, correo electrónico y similares. Internet 2 es una fuerte herramienta para la investigación y la educación sustentada en la colaboración académica y tecnológica.

Tal como lo expone Fernando Moreno en su artículo sobre Internet 2: “La meta del proyecto es unir a las instituciones académicas, científicas y tecnológicas nacionales y regionales con los recursos necesarios para desarrollar nuevas tecnologías y aplicaciones, que

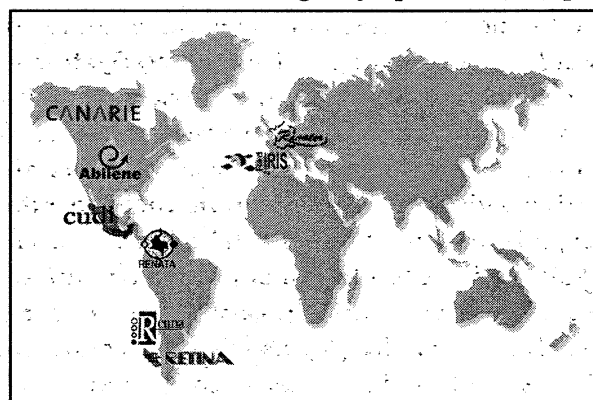


Figura 2. Redes avanzadas que promueven y administran la difusión del proyecto I2.

### 2.1.1. Grupos de trabajo

El cumplimiento de los objetivos es resultado de las labores de desarrollo y prueba de nuevos protocolos y aplicaciones realizadas en los grupos de trabajo (Working Groups, WG).

Los grupos de trabajo son una parte integral de la comunidad de Internet 2. Las actividades de desarrollo se llevan a cabo entre los grupos de trabajo y la plantilla de asociados que proporcionan recursos, bien sea financieros o en conocimiento. Un grupo de trabajo bien conformado es fuente de capital intelectual compartido que servirá al desarrollo de soluciones<sup>8</sup>.

5 IPv6 es un nuevo protocolo de Internet diseñado para resolver las limitaciones del actual protocolo IPv4, cuyo límite en el número de direcciones de red admisibles restringe el crecimiento de Internet. IPv6 soporta un rango de 2128 o 340 sextillones de direcciones.

6 Multicast es un método de entrega de paquetes que optimiza el tráfico en la red; desde un nodo que transmite se puede enviar información hacia otros nodos participantes, sin necesidad de duplicar los envíos en la red, como ocurre actualmente con soluciones Unicast.

7 Calidad de Servicio (QoS) es la capacidad de la red de proporcionar el nivel de servicio requerido por cada aplicación.

8 En el site de cada grupo de trabajo se puede encontrar información acerca de los desarrollos, logros y producciones pertinentes al área técnica, plantilla de miembros y directivos, información de contacto e información de nuevas convocatorias, tipo de afiliaciones y eventos especiales. En <http://www.internet2.edu/wg/wg-list.html> se encuentra el listado oficial de los grupos de Trabajo sobre Internet 2.

Los objetivos típicos de los grupos de trabajo incluyen:

- Establecer periodos y reuniones para la entrega de avances.
- Distribuir equitativamente el volumen de trabajo entre sus miembros.
- Realizar documentos que reseñen los progresos en los grupos de trabajo.
- Publicar los documentos pertinentes en el Site de Internet 2.
- Asegurar la documentación periódica de las implementaciones realizadas.

Algunos grupos de trabajo están abiertos a todos los miembros de la comunidad de Internet 2 mientras que otros pocos sólo le permiten a miembros universitarios o convocados por invitación. Parte de la razón radica en que el número de colaboradores requerido es limitado por la naturaleza de la tarea que se va a realizar.

Cada grupo de trabajo pertenece a alguna área técnica del proyecto; las áreas técnicas de desarrollo son:

- **Ingeniería:** se encarga de definir los parámetros y los alcances necesarios en el desarrollo de la infraestructura de comunicaciones de Internet 2. Dicho de otra forma la ingeniería sugiere las especificaciones de la arquitectura telemática como guías de

diseño e implementación. Como ejemplo de su desarrollo se pueden mencionar: IPv6, Measurement, Multicast, Network Management, Routing, Security, Topology.

- **Middleware:** responsable del desarrollo de interfaces que aseguran las funciones habituales en una conexión típica de Internet. Entre ejemplos de desarrollo en Middleware se pueden citar: las autenticaciones de usuario, MACE-Architecture, MACE-DIR (Directories), HEPKI-TAG (PKI Technical), HEPKI-PAG (PKI Policy), estos últimos relacionados con encriptación de clave pública<sup>9</sup>.

- **Applications:** encargada de la gestión y la creación de utilidades y herramientas de desarrollo que permitan alcanzar el mayor rendimiento de los servicios sobre Internet 2. Entre sus adelantos se cuentan: Arts and Humanities Initiative, Digital Imaging, Digital Video Initiative, Network Storage<sup>10</sup>, Health Science Initiative, Research Channel, Video Conferencing (subcomité de Digital Video Initiative), Voice over IP (Voz sobre IP).

Las dos primeras áreas tienen labores que son transparentes al usuario y que sólo sirven para ofrecer un mejor servicio a las aplicaciones. Los grupos de trabajo pueden circunscribir universidades de la red académica, así como empresas que brindan apoyo económico. Si algún afiliado a la red de Internet 2 tiene un proyecto para desarrollar en alguna de las áreas técnicas, éste debe contactar al director del área correspondiente.

9 Una infraestructura de clave pública (PKI, Public Key Infrastructure) es una combinación de hardware, software, políticas y procedimientos que permiten asegurar la identidad de los participantes en una comunicación usando criptografía de clave pública.  
10 En el grupo de trabajo de Network Storage se desarrolla la Infraestructura de Almacenamiento Distribuido en Internet2 (Distributed Storage Infrastructure, de forma abreviada I2-DSI), El objetivo es gestionar el almacenamiento replicado de los datos en la red. Cuando un usuario intente acceder a los datos, el sistema le proveerá los datos que se encuentran en el servidor más cercano a él, manteniendo así el tráfico lo más local posible.

## 2.2. Una red alternativa

La Internet, tal como la conocemos, ha abandonado casi por completo su propósito académico inicial y ha adquirido con el paso del tiempo un carácter comercial al involucrar intereses particulares. Esto no es significativamente una transformación en exclusiva “degenerativa”; por el contrario, fue de esta forma en que la Internet se convirtió en el medio de comunicación masivo que es hoy, pero una red tan concurrida y saturada es inapropiada para la experimentación y el desarrollo de nuevas herramientas en gran escala.

No es un caso muy aislado que los proveedores de servicios sobre Internet (ISP) suelen “sobrevender” el ancho de banda que disponen, lo que dificulta garantizar un servicio mínimo en horas pico de uso de la red (necesario al trabajar con aplicaciones que requieren de una calidad de servicio garantizada); además los enlaces de alta velocidad son aún demasiado costosos para su comercialización masiva. “Todo esto, nos lleva a la conclusión que Internet no es un medio apto para dar el salto tecnológico que se necesita para compartir grandes volúmenes de información, videos, transmisión de conferencias en tiempo real o garantizar comunicación sincrónica permanente” [3].

Internet 2 pone a disposición los recursos para garantizar que la ingeniería y las aplicaciones de última generación pueden ser utilizadas para mejorar el desempeño de las redes actuales. Inicialmente, Internet 2 dispuso de las redes existentes en Estados Unidos de las cuales, la más importante es la National Science Foundation's Very High Speed Backbone Network Service (vBNS) y que se mantiene como uno de los pilares del proyecto. Conforme el número de afiliados a

Internet 2 aumentó, se implementaron otras redes de alta velocidad a nivel mundial; una amplia cobertura asegura que las tecnologías de software y de hardware estén basadas en los estándares internacionalmente aceptados y esté disponible para ser adoptada por investigadores, redes comerciales y proveedores de Internet.

### 2.2.1. Las universidades a la cabeza del proyecto

Las universidades cuentan con una larga historia de desarrollo e implementación de redes avanzadas de investigación. Tal combinación de necesidades y recursos proporciona el escenario indicado que posibilita el desarrollo de nuevas tecnologías para Internet. La exploración en las diferentes áreas de conocimiento se realiza, principalmente, en las universidades. Las aplicaciones que se están desarrollando actualmente sobre Internet 2 abarcan diferentes disciplinas como astronomía, medicina, educación a distancia, arquitectura, física, ciencias sociales, etc.

Además, las universidades brindan el ambiente de colaboración y la infraestructura de comunicaciones requerida por investigadores y educadores; además de reunir a usuarios especializados en diferentes áreas de conocimiento y un mayor nivel de pericia en redes computacionales. El sector académico es el más apropiado para el desarrollo de este tipo de investigaciones y es el menos susceptible a los intereses comerciales. Esto no excluye al sector privado, ya que también es un socio importante del proyecto.

De la misma manera en que la Internet actual nació de las redes académicas y evolucionó de los productos allí desarrollados (como el TCP/IP, el correo electrónico y la World Wide Web), Internet 2 también proporcionara un legado de tecnologías y aplicaciones para las

redes comerciales en el futuro. Dentro de estas tecnologías en desarrollo se cuentan al IPv6, el Multicast y Calidad de Servicio (QoS). “Este tipo de experiencias y estrategias de desarrollo se ha comprobado que son adecuados a partir del éxito de la Internet de hoy. Internet2 repetirá este éxito en el nuevo milenio, beneficiando, en definitiva, a todos los sectores de la sociedad” [9].

### 2.2.2. Otras organizaciones

Para garantizar el traslado de tecnologías de Internet 2 a las redes generales, las universidades trabajan con los departamentos y las agencias gubernamentales (regionales e internacionales), empresas privadas y organizaciones sin ánimo de lucro con experiencia en desarrollo de redes telemáticas. Estas organizaciones proporcionan a la red académica recursos y experiencia adicionales a los ya disponibles en el campus, además de un canal para todas las consideraciones relacionadas con la migración de tecnología a las redes comerciales y en general.

## 3. ANTECEDENTES

### 3.1. El legado de la Internet comercial

La propuesta de crear una red de computadoras en la que participaran diferentes centros de investigación nació de la necesidad de mantener un sistema de comunicaciones que sobreviviera a un conflicto. A partir del trabajo sobre conmutación de paquetes (tecnología que permitiría dividir los datos y enviarlos por rutas diferentes) publicado en julio de 1961 por Leonard Kleinrock del MIT, se esbozó el primer diseño de una red de ordenadores en la que todos los nodos tuvieron la misma relevancia, de tal forma que la desaparición de uno de ellos no afectara el tráfico general.

En 1972 nace ARPANET, una red de comunicaciones financiada por la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA). No pasó mucho tiempo para que ARPANET se uniera con otras redes que compartieran la conmutación de paquetes (como redes de satélites y de radio terrestre). Robert Kahn fue el responsable de la introducción de esta arquitectura abierta que permitió la relación entre redes; esta técnica sería conocida como “Internetting”.

Para el mismo año, aparece el primer programa de correo electrónico, que no tardó en convertirse en una de las aplicaciones más utilizadas (tres años después se discutía la forma de bloquear el correo basura). De este modo, la red en la que participaban centros de investigación se empezó a llenar de actividad humana y a comunicar más que computadoras.

Es en 1983, cuando se considera que nació realmente la Internet, al separarse la parte militar y la civil de la red. En ese momento ya la compartían 500 servidores. En el mismo año se creó el sistema de nombres de dominios (.com, .edu, etc), que se ha mantenido hasta ahora. En este proceso de conformación y expansión de la “red de redes”, las agencias federales norteamericanas prestaron mucho apoyo, financiando la infraestructura.

En 1986 la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, National Science Foundation) comenzó el desarrollo de NSFNet que llegó a convertirse en la principal red de los Estados Unidos. Paralelamente otras redes troncales en Europa, públicas y comerciales, se combinaron con las redes norteamericanas formando la columna vertebral de Internet.

ARPANET desapareció como tal en 1989, pero para entonces muchas instituciones ya

contaban con sus propias redes; el número de servidores en la red superaba los 100.000. En el mismo año Tim Berners-Lee, investigador en el centro europeo CERN de Suiza, elaboró su propuesta de un sistema de hipertexto compartido: el primer diseño de la WWW.

En 1992 (con más de un millón de servidores en la red) se creó la Internet Society, la “autoridad” de la red. Nació como un espacio en el que se pactarían los protocolos que harían posible la comunicación. El incremento en el número de computadores personales (PC) y la aparición del primer navegador para la WWW contribuyeron también en la popularización de la Internet. En 1994 se abrió el primer banco en línea y para 1997 la Internet ya cuenta con 17 millones de servidores afiliados.

Con la privatización de la NSFNet y el número de usuarios de Internet en aumento, la conexión de los suscriptores se deterioró. La infraestructura de la Internet estaba empeorando a quedarse estancada ante un desmesurado crecimiento en el número de usuarios. “A partir de aquí las estadísticas se nublan: el tremendo crecimiento de la red, unido a la autonomía de su funcionamiento, hacen que grandes zonas de sus contenidos estén en la penumbra” [8]. Finalmente el 30 de abril de 1995 se clausuró la red NSFNet. Desde entonces la Internet consta enteramente de varios ISP comerciales y redes privadas (incluidas las redes entre universidades).

#### 4. ESTRUCTURA DE I2<sup>11</sup>

La “columna vertebral” de Internet 2 se compone de la interconexión de muchas redes diferentes. Las redes principales, diseñadas para manejar un tráfico alto de paquetes reciben el nombre de Backbones<sup>12</sup> y en su mayoría están ubicados en EE.UU. A estas redes llegan los backbones internacionales y gigaPoPs que son redes con un desempeño menor al de los backbones principales, pero mantienen un ancho de banda dentro de los Gbps<sup>13</sup>. A los gigaPoPs de amplia cobertura se conectan otros gigaPoPs o nodos simples tales como las universidades.

En conclusión, la red de Internet 2 está conformada por segmentos de red de diferente naturaleza como redes de campus, conexiones campus-gigaPoPs, conexiones inter-gigaPoPs y enlaces a Backbones. La figura 4 describe de forma general la estructura de Internet 2.

De acuerdo con la figura, existen dos grandes backbones en los Estados Unidos, de los cuales el backbone Abilene dispone de un mayor ancho de banda (10 Gbps). De estos backbones se distribuyen enlaces hacia backbones ubicados en otros países. Uno de estos backbones es REUNA (Red Universitaria Nacional) localizado en Chile (consultar la existencia de otros backbones) al cual se conectan las universidades regionales, conformando gigaPoPs o nodos simples.

11 Basado en el documento de J. Patrick Gary. Research and Development of High-End Computer Networks at GSFC.. Based on IEEE RFC 2018. Octubre de 1996. (online) [http://esto.gsfc.nasa.gov/conferences/estc2003/papers/A4P5\(Gary\).pdf](http://esto.gsfc.nasa.gov/conferences/estc2003/papers/A4P5(Gary).pdf).

12 Normalmente, el término backbone se usa para describir grandes redes que se interconectan entre ellas y pueden tener ISP individuales como clientes. Así un backbone puede estar constituido de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos entre países y continentes.

13 El concepto de gigaPoP también puede tener una connotación comercial; se puede llegar a considerar como un espacio donde los consumidores pueden demandar diferentes servicios de transporte de red y determinar así, la velocidad, el servicio y el ISP de acuerdo con los requerimientos.



#### 4.1.1. Requerimientos tecnológicos

Para la conexión a Internet 2 no se requiere de un equipamiento especializado adicional, ni de nuevas conexiones por cada usuario en las universidades afiliadas a esta red. Los backbones son los encargados de dirigir el flujo de datos según corresponda, es decir, determinan si los datos irán encaminados por Internet 2 o Internet convencional.

La mayoría de las universidades cuentan con redes de alta velocidad sobre enlaces de fibra óptica, que ofrecen una conexión fácil y rápida a la red de Internet 2. Existen dos formas de conectarse a la red:

- **Asociados académicos:** son asociaciones de educación superior que cuentan con un campo de acción nacional o internacional y en su mayoría son organizaciones sin ánimo de lucro. Otro tipo de asociación está basada en la formación de consorcios con instituciones educativas, que ya están afiliadas a la comunidad de Internet 2. Una conexión a través de asociados académicos requiere por lo menos de una conexión de 34 Megabits por segundo (Mbps) al nodo del backbone más cercano.

- **Afiliados:** son organizaciones sin ánimo de lucro, orientadas a la educación o investigación con un fuerte interés en la labor y los objetivos de Internet 2. Muchas organizaciones afiliadas son líderes en el desarrollo y administración de los gigaPoPs para Internet 2. Los afiliados pagan tarifas de afiliación a la comunidad y tarifas de conexión a Abilene (en el caso que estén co-

nectados directamente al backbone). Existen dos posibilidades de conexión<sup>14</sup>:

- **Conexión a un nodo de Asociado académico:** mediante enlaces dedicados de 2 Mbps. Estos enlaces por lo general se sustentan en las conexiones transoceánicas de fibra óptica.

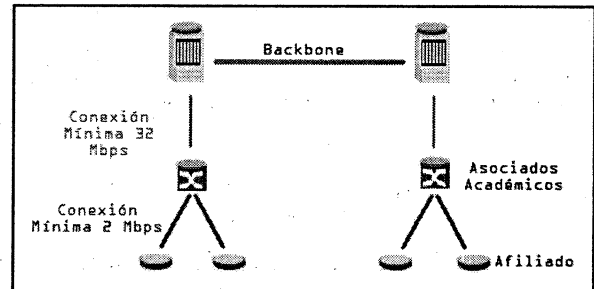


Figura 3. Tipología básica de una conexión a un nodo de asociado académico.

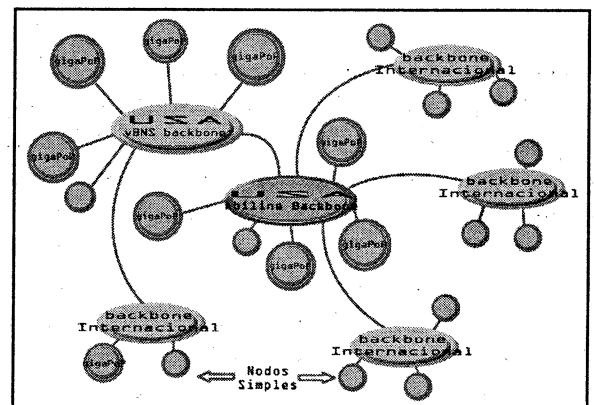


Figura 4. Estructura de I2.

- **Conexión a través de una VPN<sup>15</sup>:** establecida por un proveedor de telecomunicaciones con enlace al backbone regional más cercano.

14 Los diagramas adjuntos se basaron en los esquemas expuestos en: [http://www.cudi.edu.mx/informacion\\_tecnica/conectividad/alternativas\\_conexion.html](http://www.cudi.edu.mx/informacion_tecnica/conectividad/alternativas_conexion.html).

15 VPN (Virtual Private Network) o Red Privada Virtual, es una tecnología de redes que permite básicamente una extensión

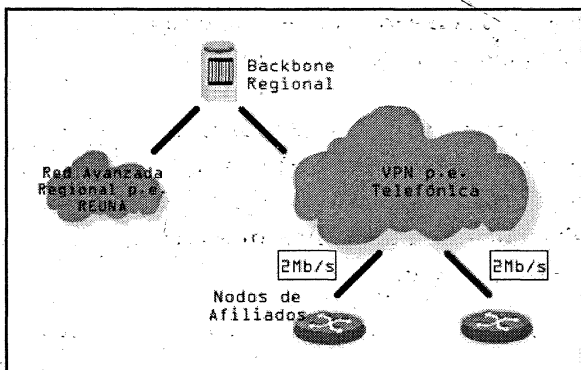


Figura 5. Una conexión a través de una red VPN establecida por un proveedor de telecomunicaciones.

## 5. APLICACIONES

Las aplicaciones que se están actualmente desarrollando en Internet 2 cubren múltiples ramas del conocimiento como la astronomía, la medicina, la arquitectura, la física, las ciencias sociales entre otras.

La colaboración conjunta, el acceso interactivo a la información y la obtención de recursos no disponibles en la Internet convencional son algunas de las ventajas que otorga la exploración y el perfeccionamiento de nuevas tecnologías. La colaboración interactiva, el acceso en tiempo real a recursos remotos, realidad virtual y análisis de datos son ejemplos de algunas aplicaciones avanzadas para redes que están siendo desarrolladas y utilizadas por los investigadores de las universidades afiliadas a la comunidad de Internet 2.

Los siguientes, son algunos ejemplos de aplicaciones aún en desarrollo que ilustran el variado campo de acción de los investigadores a través de la red de I2.

### 5.1. Colaboración interactiva

Científicos y técnicos colaboradores frecuentemente establecen grupos y equipos de tra-

bajo. El objetivo de la iniciativa “plantilla de acceso” es explorar y apoyar los requerimientos de los grupos en el campo computacional. Los nodos de la plantilla de acceso son espacios designados que soportan tecnologías de audio y video de alta calidad, necesarias para proporcionar una experiencia colaboradora productiva y eficiente.

#### 5.1.1. Las plantillas de acceso

Las plantillas de acceso son un conjunto de recursos disponibles para múltiples sitios de colaboración basada en redes de alta velocidad, consistentes en formatos de video a gran resolución, presentaciones compartidas y contenidos multimedia.

La segunda versión de esta aplicación (Access Grid v2.0), presentada en mayo de 2003, ha sido elaborada implementando mejoras en la seguridad e infraestructura de acceso. Esto permite a los desarrolladores diseñar nuevas y avanzadas herramientas en el campo de la colaboración. La plantilla es capaz de soportar una amplia variedad de plataformas, incluyendo computadores de escritorio, portátiles y nodos tradicionales basados en múltiples máquinas, lo cual brinda acceso a estos recursos, la plantilla de acceso soporta reuniones, seminarios, conferencias, tutoriales y capacitaciones a gran escala.

### 5.2. Telemedicina

Este proyecto proporciona un acceso centralizado a la información y a las herramientas de investigación en la ciencia médica para mejorar los servicios de salud en áreas remotas. A través de portales “paso a paso”, tanto principiantes como expertos en la medicina pueden encontrar rápidamente fuentes de información confiables sobre salud y tratamientos médicos.

La red de telemedicina está basada en un entorno de investigación que integra información médica sobre los habitantes de un sector con Sistemas de Información Geográfica (GIS). Las redes de alta velocidad de Internet 2 hacen que sea posible la transmisión rápida de grandes volúmenes de datos para su consulta casi inmediata. Además el proyecto soporta los programas de educación continua para los practicantes ubicados en áreas rurales, lo que les permite las mismas ventajas que a un estudiante residente.

### 5.2.1. Consultas médicas y aprendizaje a distancia

La biblioteca nacional de medicina (EE.UU.) es uno de los ambientes de prueba designados para demostrar la utilidad de las videoconferencias realizadas en formato MPEG-2 en programas de telemedicina como consultas médicas y aprendizaje a distancia.

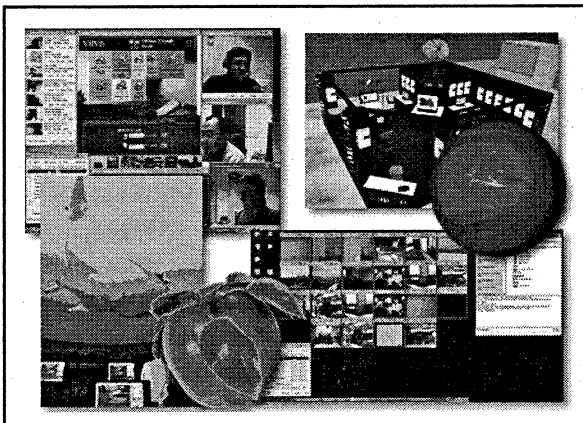


Figura 6. Las plantillas de acceso

La calidad de servicio, necesaria para asegurar la integridad de la información transmitida en tiempo real aún continúa en investigación. Los escenarios de prueba permiten probar la calidad de las videoconferencias punto a punto y multipunto (via Multicast) entre los sitios de colaboración

y también permite la transmisión de gran cantidad de contenidos médicos proveniente de diferentes fuentes, incluyendo presentaciones, imágenes y videos de gran resolución, resonancias magnéticas y diagnósticos. La tecnología en el campo de la telemedicina continúa en evolución.

### 5.3. Bibliotecas digitales

El proyecto de bibliotecas digitales se apoya en la digitalización y colección de documentos ya digitalizados, para ponerlos a disposición de la comunidad en general independientemente de la ubicación geográfica. Esto es básicamente la ampliación y disposición de los registros cognitivos, culturales y de interés, de menor o mayor difusión a través de las redes telemáticas. Las bibliotecas digitales pretenden efectuar la reproducción digital de originales de difícil acceso y que se encuentran localizados en distintas instituciones y con ello centralizar y facilitar el acceso a la información. Además, la edición electrónica de los documentos respaldará el material bibliográfico de instituciones educativas, culturales y de otras comunidades considerado como material de gran valor. El proyecto servirá de medio de formación y acceso a grandes compilados de información a través de recursos didácticos y culturales publicados en la Web.

## 6. REDES AVANZADAS EN LATINOAMÉRICA

Las telecomunicaciones y la informática "mueven al mundo" y en la actualidad constituyen la base para la creación, difusión y asimilación de conocimiento, y como tal, las que generan el desarrollo social, cultural y económico de la sociedad. El desarrollo de tecnologías en el campo de la teleinformática ha eliminado esas fronteras antes "insalvables" que hacían del mundo un conjunto ais-

lado de poblaciones, donde el conocimiento no fluía o lo hacía muy lentamente y dando paso a un nuevo orden social: la Sociedad de la Información.

“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en tecnologías generadoras. En otras palabras, fomentan la competitividad y el funcionamiento adecuado de todos los sectores de la economía. En consecuencia, una mayor utilización de las TIC aumenta el crecimiento y la competitividad” [11].

Así, los esfuerzos nacionales por incrementar la infraestructura de telecomunicaciones contribuyen a determinar la calidad de vida de los ciudadanos, las condiciones de trabajo de los trabajadores y la competitividad global de los servicios y la industria. Un factor que ha limitado el crecimiento de la infraestructura en telecomunicaciones destinada a la investigación y la educación, en América Latina, ha sido el precio de las comunicaciones, sobre todo, en lo referente al costo de los enlaces a los backbones principales; el costo crece en proporción a la distancia entre EE.UU. (país donde se localiza el backbone Abilene) y el país en cuestión.

En Estados Unidos las universidades no tienen que afrontar el costo por los enlaces internacionales, pues los backbones principales están en su mismo país. Además, el proyecto Internet 2 en EE.UU. tiene un fuerte apoyo económico del gobierno y de empresas del sector privado involucradas de alguna manera a Internet. En Europa la situación es similar, empresas y gobiernos financian gran parte de los proyectos de Internet 2 para sus universidades, evitando que éstas incurran en altos costos por su participación en el proyecto.

Al contrario de las universidades norteamericanas, las universidades en Latinoamérica deben financiar en mayor parte los costos de conexión a Internet 2 a través de los costosos enlaces internacionales. La participación gubernamental y del sector privado es reducida o inexistente en algunos casos.

A la luz de los hechos, algunas universidades latinoamericanas proponen nuevos esquemas de conexión a Internet 2, por ejemplo, recurriendo a los caros enlaces satelitales y a la reducción del acceso al campus (a través de la asignación de terminales y horarios). De esta forma, se garantiza el acceso a la comunidad universitaria que hará verdadero uso del servicio y se asegura una porción del ancho de banda sólo a las reparticiones universitarias que afronten los costos asociados a la conexión a Internet 2.

Con el propósito de incluir a Latinoamérica en la sociedad globalizada de la información y procurar los beneficios en competitividad y productividad nacionales, se ha propuesto el desarrollo y consolidación de redes regionales de alta velocidad para la investigación y la educación en Latinoamérica, redes sustentadas en el desarrollo de tecnologías y políticas en el campo de las telecomunicaciones y en los esfuerzos particulares de las instituciones de educación superior y centros de investigación en el ámbito de trabajo colaborativo.

La necesidad de desarrollar y usar nuevas aplicaciones en redes de alto rendimiento, que sirvan a la educación superior, la enseñanza, la investigación y el servicio público, es uno de los objetivos de las redes internacionales de alta velocidad como ALICE, CLARA, GEANT, entre otras.

### 6.1. ALICE (América Latina Interconectada con Europa)

El proyecto ALICE se ha establecido para crear una infraestructura de redes de investigación utilizando el protocolo de Internet (IP) dentro de América Latina y su interconexión con Europa. La coordinación del proyecto ALICE corre a cargo de DANTE, una organización sin fines de lucro domiciliada en el Reino Unido, creada para organizar los servicios internacionales de redes avanzadas para la comunidad investigadora y académica europea. En la actualidad, la principal función de DANTE es gestionar el funcionamiento de la red de investigación paneuropea GÉANT<sup>16</sup>.

Para el proyecto ALICE, DANTE se ha asociado con cuatro NREN (National Research and Education Network, Redes Nacionales para la Investigación y la Educación) europeas que tienen un estrecho vínculo histórico y social con Latinoamérica. Se trata de: RENATER, GARR, FCCN y RedIRIS; las NREN de Francia, Italia, Portugal y España, respectivamente. En Latinoamérica, ALICE se ha asociado con las NREN de dieciocho países latinoamericanos, a saber, RETINA (Argentina), ADSIB (Bolivia), RNP (Brasil), REUNA (Chile), RENATA (Colombia), CR-net (Costa Rica), RedUniv (Cuba), REICyT (Ecuador), RAICES (El Salvador), RAGIE (Guatemala), UNITEC (Honduras), CUDI (México), CNU (Nicaragua), RedCyT (Pa-

namá), ARANDU (Paraguay), RAP (Perú), RAU (Uruguay) y REACCIUN (Venezuela). Otro importante socio del proyecto ALICE es CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas). CLARA es una organización internacional sin ánimo de lucro domiciliada en Uruguay que prestará apoyo a las redes de investigación de Latinoamérica y el Caribe. La Comisión Europea respalda el proyecto ALICE de forma activa.

#### 6.1.1. Objetivos del proyecto ALICE

La colaboración en el campo de la investigación dentro de Latinoamérica y entre Latinoamérica y Europa se ve, de hecho, dificultada por la falta de una interconexión organizada entre las redes de investigación de las dos regiones, al no disponer de enlaces directos de alta velocidad que sustenten las necesidades de comunicación. El objetivo de ALICE es aumentar de forma considerable y sostenible la conectividad de investigación entre las NREN latinoamericanas, y de éstas con la red paneuropea GÉANT. Esta conectividad se dedicará a la investigación y a otros fines no comerciales y servirá de soporte a los proyectos de demostración de @LIS, que también son financiados por el programa @LIS<sup>17</sup>.

16 Financiada por la Comisión Europea y administrada por el consorcio DANTE, la red GÉANT está interconectada con veintiocho redes nacionales y regionales de investigación y de educación (NREN) de unos treinta países y ofrece servicios a más de 3.000 instituciones. GÉANT soporta tráfico de producción dentro de programas de investigación informática distribuida (GRID), aplicaciones nativas y multicast, VPN y el protocolo IPv6. Está conectada a la red Abilene a través del servicio ITN (Internacional Transit Network, Red de Tránsito Internacional).

17 @LIS (Alliance for Information Society, Alianza para la Sociedad de la Información) es un programa de la comisión europea enfocado a reforzar la asociación entre la Unión Europea y Latinoamérica en el campo de la información. Los objetivos son establecidos a través de la cooperación (sustentada en un marco legal) entre estas dos regiones y pretende mejorar significativamente la interconexión entre las redes de investigadores.



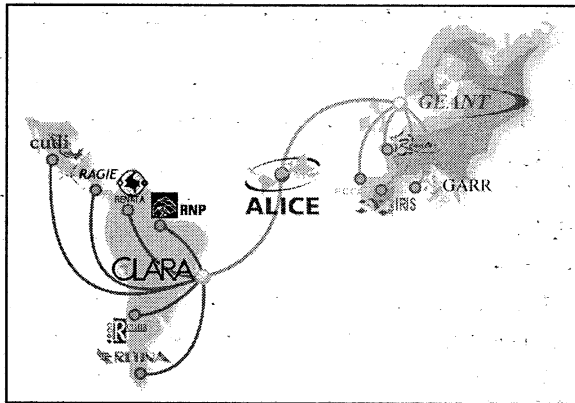


Figura 7. ALICE

El alcance, duración y sustentación del proyecto dependerán en gran medida del apoyo que el proyecto reciba de los gobiernos nacionales en Latinoamérica y de los principales operadores de telecomunicaciones de la región

### 6.2. CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas)

CLARA es una iniciativa de las redes académicas de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Honduras, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela, para el desarrollo de una red latinoamericana de características avanzadas destinada al ambiente académico y científico.

Sus metas son desarrollar y operar “RedCLARA”, interconectando las redes nacionales de educación e investigación de la región, y promover la cooperación en investigación y educación en el ámbito regional y global, mediante el uso de redes avanzadas.

El proyecto se propone conectar a cerca de 700 universidades y centros de investigación de América Latina y estimulará la cooperación regional en actividades educativas, científicas y culturales; además de promover la integración directa con Europa mediante el proyecto ALICE.

### 6.3. RENATA (Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada)<sup>18</sup>

RENATA es la red colombiana de nueva generación que conecta a las universidades y los centros de investigación del país entre sí, y a estos, a través de la Red CLARA, con las redes internacionales de alta velocidad y los centros de investigación más desarrollados del mundo.

RENATA es una iniciativa de las redes regionales colombianas actualmente en funcionamiento, tales como RUANA (Antioquia), RUAV (Valle del Cauca), RUMBA (Costa Atlántica), RUMBO (Bogotá), RUP y UNIREN (Santander), a las cuales están vinculadas las principales instituciones de educación superior y centros de investigación de las diferentes regiones del país. Para subrayar el grado de compromiso que implica el proyecto a nivel nacional, la siguiente consideración destaca como la más apropiada:

Este reto debe tener el apoyo no solo del gobierno nacional, sino de todos aquellos actores que intervienen en el progreso de nuestro país. Internet 2 debe ser visto como el futuro de las comunicaciones en el mundo y Colombia no se puede quedar por fuera. Puede parecer como una iniciativa meramente académica o de investigación, pero

<sup>18</sup> Basado en la información disponible en el apartado institucional publicada por la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada RENATA en su Site <http://www.renata.edu.co>

en realidad es el proceso que debemos seguir para estar conectados bajo las condiciones de los más desarrollados [5].

Esta iniciativa cuenta con el apoyo nacional de la Agenda de Conectividad del Ministerio de Comunicaciones, del Ministerio de Educación Nacional y del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Francisco José de Caldas (Colciencias).

Internacionalmente, RENATA cuenta con el apoyo de la Comunidad Europea a través del programa @lis, mediante el cual, se promueve el fortalecimiento de los lazos entre la Unión Europea y Latinoamérica en el contexto de la sociedad de la información. El apoyo mencionado se materializa en el proyecto ALICE que desarrolló la Red CLARA en Latinoamérica, a fin de interconectarla con la Red GEANT en Europa y a otras redes en el ámbito mundial.

### 6.3.1. Antecedentes

Las políticas nacionales en materia de TIC de los últimos años reconocen la importancia del desarrollo de las telecomunicaciones y la informática y el impacto en el desarrollo del país y han orientado en gran medida las diferentes acciones gubernamentales, dirigidas a aumentar la cobertura, modernizar la infraestructura, diversificar la oferta de servicios y propiciar el desarrollo de la infraestructura colombiana de la información; con ello busca generalizar el acceso de todos los ciudadanos a los servicios de comunicaciones, dentro de una política de conectividad. Bajo tal perspectiva, el Gobierno Nacional ha buscado que el cubrimiento de estos servicios

abarque la totalidad del territorio nacional, garantizando calidad y eficiencia en su prestación a todos los habitantes del país.

Los programas de conectividad, en una acepción simple, se entienden como el empleo de las redes de las tecnologías de comunicación (digitales y tradicionales), para lograr objetivos económicos, sociales y democráticos en una sociedad. También, incluyen el fomento a la industria nacional de la Tecnología de la Información (TI), y corresponden a una estrategia para transformar la capacidad competitiva de un país.

Los programas de conectividad<sup>19</sup> son una respuesta al reconocimiento de la Teleinformática como un elemento esencial en cualquier estrategia de desarrollo. Por lo tanto, estos programas se han insertado en los planes de desarrollo gubernamentales, ya que buscan la mejor manera para aprovechar el potencial de las TIC con responsabilidad social y compromiso generacional.

En Colombia se desarrolla, como política de Estado, la Agenda de Conectividad: Camino a la Sociedad del Conocimiento, la cual como parte de su Plan de Acción, impulsa la creación de una red universitaria nacional de alta velocidad, así como su conectividad a redes internacionales de alta velocidad, para estimular la ejecución de proyectos nacionales de investigación, educación y desarrollo, mejorar la competitividad y el progreso de todas las entidades participantes.

19 En términos conceptuales, un programa de conectividad representa un medio para apoyar la evolución de la comunidad en cuanto a espacio político, económico y social.

### 6.3.2. Objetivos de la Red RENATA

- Consolidar una red nacional de instituciones académicas y de investigación que hagan uso efectivo de la red de nueva generación.
- Facilitar y promover el intercambio eficiente de información y comunicaciones, así como el trabajo en conjunto entre las instituciones de las redes regionales, nacionales e internacionales.
- Estimular la ejecución de proyectos de educación, investigación y desarrollo que contribuyan a la competitividad y al progreso del país.

## 7. CONCLUSIONES

- Aunque la conexión a Internet 2 no demanda un equipamiento especializado adicional ni de nuevas conexiones por usuario en el campus, su infraestructura está basada en redes de alta velocidad en su mayoría sobre enlaces de fibra óptica o satelitales. Estos enlaces y la conexión a las redes internacionales son muy costosos y en Latinoamérica las universidades asumen gran parte de los costos de la conexión. Esta tendencia cohibe el crecimiento de la comunidad en universidades, centros de investigación y entidades sin ánimo de lucro regionales.
- El elevado costo de las comunicaciones, sumado a una pobre asistencia gubernamental y del sector privado (en gran parte por desinterés) y a un reducido número de universidades y centros de investigación capaces de financiar el proyecto, han dificultado la inclusión de Latinoamérica en la "Sociedad de la Información". Sin el correcto estímulo de las Telecomunicaciones y la Informática (como herramientas creadoras y de difusión

del conocimiento), el funcionamiento de los sectores de la economía se ve afectado negativamente, al igual que la calidad de vida, las condiciones de trabajo y la competitividad global de los servicios y la industria.

- Recientemente (casi una década después de la conformación de Internet 2), se ha propuesto el desarrollo y la consolidación de redes regionales de alta velocidad que fomenten la interconexión entre centros educativos e instituciones dedicadas a la investigación en Latinoamérica y éstos con otras redes avanzadas globales. La necesidad de desarrollar y usar aplicaciones sobre redes de alto rendimiento y que sirvan a la enseñanza, la investigación y al servicio de particulares es el objetivo de los proyectos ALICE, CLARA y GEANT.

- La importancia y el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación han orientado parte de las políticas nacionales de los últimos años dirigidas a la modernización, al aumento en la cobertura y a la diversificación de la infraestructura colombiana de la información. Bajo estos preceptos, el Gobierno Nacional ha lanzado los programas de conectividad como estrategia para transformar la capacidad competitiva del país.
- RENATA es una iniciativa de las principales redes universitarias, centros de investigación y otras instituciones de educación superior en Colombia. RENATA es la red colombiana de nueva generación que conecta a las comunidades académicas, centros de investigación e instituciones dispuestas a trabajar sobre la Internet, entre sí, y estas con las redes internacionales de alta velocidad y los centros de investigación más desarrollados del mundo a través de la Red CLARA.



## 8. REFERENCIAS

- [1] Aguila, J.J. (1998, enero). "Internet 2 ¿Red del futuro?". Revista digital BIT. Disponible en: <http://infolac.ucol.mx/archivo/mayo/bit.pdf>.
- [2] Aulkner, L. Internet 2 About us. Recuperado julio-agosto de 2006. Disponible en: <http://www.internet2.edu/about/>.
- [3] Casasús L., C. (2004, diciembre). Internet 2 generando redes de colaboración. Disponible en: <http://ciberhabitat.gob.mx/universidad/internet2/>.
- [4] Centro Nacional de tecnología de información. República de Venezuela (online) Disponible en: [http://www.reacciun2.edu.ve/view/internet2\\_definiciones.php](http://www.reacciun2.edu.ve/view/internet2_definiciones.php).
- [5] Dávila, F. (2004, noviembre). Colombia e Internet 2. Disponible en: [http://enter.terra.com.co/ente\\_secc/ente\\_colu/noticias/ARTICULO-WEB-1001940-1897140.html](http://enter.terra.com.co/ente_secc/ente_colu/noticias/ARTICULO-WEB-1001940-1897140.html).
- [6] Internet 2 Community. (s.f.). Internet2 and Abilene Terms of Affiliation. Disponible en: <http://members.internet2.edu/Internet2Diagrams.html#AbileneParticipationChart>.
- [7] Gary, J.P. (1996, octubre). Research and Development of High-End Computer Networks at GSFC.. Based on IEEE RFC 2018. Disponible en: [http://esto.gsfc.nasa.gov/conferences/estc2003/papers/A4P5\(Gary\).pdf](http://esto.gsfc.nasa.gov/conferences/estc2003/papers/A4P5(Gary).pdf).
- [8] Millán, J.A. (1999, noviembre). "Breve historia de La Internet, el fruto caliente de la guerra fría". Protagonistas del Siglo XX (31). Disponible en: <http://jamillan.com/histoint.htm>.
- [9] Moreno, F. (2000). Internet 2. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/idos/idos.shtml#RESUM>.
- [10] Ramírez, S. (2000, octubre). Internet 2. Disponible en: <http://www.profc.udec.cl/internet2/>.
- [11] Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada. (s.f.). RENATA: ¿Quiénes somos?, objetivos y antecedentes. Disponible en: <http://www.renata.edu.co>.