

ARTÍCULO MONOGRÁFICO

Redes académicas de alta velocidad*

[High-Speed Academic Networks]

ISABEL CRISTINA ZULUAGA-MORENO, JULIETH PAOLA GIRALDO-ESCOBAR¹,
JULIO CESAR GÓMEZ-CASTAÑO ²

RECIBO: 10.06.2010 - AJUSTE: 25.09.2010 - AJUSTE: 15.11.2010 - APROBACIÓN: 09.12.2010

Resumen

El presente artículo pretende comparar las redes académicas de alta velocidad en el entorno mundial, relacionando las redes con infraestructura continental (RedCLARA, Internet2, GÉANT, APAN y TEIN3), y a su vez, las redes nacionales (RNP, RENATA, CANARIE, RedIRIS y JGN2Plus) que se interconectan a través de ellas. Además, se precisan aspectos fundamentales como historia, características y especificaciones técnicas (velocidades de transmisión, anchos de banda, porcentajes de utilización de los canales, equipos de interconexión WAN, los proyectos de investigación más relevantes y los servicios que prestan), mostrando sus diferencias y similitudes.

Palabras clave: Análisis de tráfico, Internet2, Redes académicas, RedCLARA, Servicios de red.

Abstract

This article aims to compare the high-speed academic networks in the global environment, linking the continental infrastructure

* Modelo para citación de este artículo:

ZULUAGA MORENO, Isabel Cristina; GIRALDO ESCOBAR, Julieth Paola y GÓMEZ CASTAÑO, Julio César (2010). Redes Académicas de Alta Velocidad. En: Ventana Informática. No. 23 (jul.-dic., 2010). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales. p. 131-158. ISSN: 0123-9678

1 Ingenieras de Sistemas y Telecomunicaciones; Especialistas en Telecomunicaciones. Correos electrónicos: isabelzuluaga@gmail.com y juliethpaola25@gmail.com, respectivamente.
2 Ingeniero de Sistemas, Especialista en Telecomunicaciones, Doctorando en Ingeniería Informática.
Coordinador Especialización en Telecomunicaciones, Docente, Facultad de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Manizales. Correo electrónico: jgomez@umanizales.edu.co

networks (CLARA, Internet2, GÉANT, and TEIN3 APAN), and in turn, national networks (RNP, RENATA, CANARIE, RedIRIS and JGN2Plus) that are interconnected through them. In addition, the article shows fundamental aspects as history, characteristics and technical specifications (speed transmission, bandwidth, utilization rates of the channels, WAN interconnection equipment, the most important research projects and the services they provide), showing their differences and similarities.

Keywords: *Academic networks, Analysis of traffic, Internet2, RedCLARA, Services of network.*

Introducción

Las tendencias de la tecnología avanzada y de las redes actuales, convergen hacia la utilización de servicios multimedia en tiempo real, provocando una creciente necesidad en cuanto al aumento del ancho de banda en cualquier tipo de infraestructura tecnológica, móvil o fija; además de una emergente y notable preocupación por la satisfacción de los requerimientos que demandan los usuarios que usan dichas tecnologías e infraestructuras tecnológicas.

El uso de los servicios disponibles en Internet, tales como la navegación a través de la WEB, el acceso remoto a otras máquinas, la transferencia de archivos, la videoconferencia, etc., surgieron a partir del entorno universitario, donde alcanzan un importante desarrollo y originan las redes académicas tecnológicas avanzadas, que permiten transmisiones a altas velocidades, anchos de banda superiores, intercambio fiable de la información entre redes y mejor calidad de servicio, comparadas con la internet convencional.

Las redes académicas tecnológicas avanzadas, se han convertido en redes robustas, exclusivas para el progreso científico y académico. Como indica RENATA (2008a), promueven el desarrollo académico colaborativo, permitiendo: compartir información de interés, transferir grandes cantidades de datos, desarrollar aplicaciones con procesamiento distribuido, acceder a laboratorios virtuales, realizar pruebas de experimentos complejos, entre otros. Además, proporcionan un trabajo en equipo entre investigadores, ubicados en diferentes partes del mundo, facilitando así su comunicación para el desarrollo de grandes proyectos.

1. ¿Qué es una red académica de alta velocidad?

1.1 Historia

El concepto de redes académicas se soporta en ARPANET, y surgen con el apoyo del Departamento de Defensa y la NSF³ sobre la base de la red NSFNET, que estuvo en operación hasta el año 1995, quedando el servicio de Internet soportado por empresas privadas denominadas *Internet Service Provider* (ISP's). A raíz de su cierre, la NSF conserva el apoyo a las universidades creando la vBNS (*very-high-performance Backbone Network Service*), que conecta centros de cómputo, universidades y centros de investigación, con enlaces desde 155 Mbps hasta 2.5 Gbps, sirviendo de plataforma para el desarrollo de nuevas tecnologías como *IP-Multicasting*⁴, Calidad de Servicio (QoS) e *IPv6*⁵.

Finalizando la década de los 90 la NSF decide finalizar el proyecto anteriormente mencionado y toda la conectividad de las universidades migra hacia la nueva red denominada Internet 2, cuyo objetivo, afirma Ramírez (2009, 9), consiste en organizar el desarrollo, expansión, funcionamiento y transferencia tecnológica de aplicaciones y servicios avanzados de red para ampliar el liderazgo de la región norteamericana en el ámbito de la investigación y de la educación superior, acelerando la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet, actualmente cuenta con enlaces hasta de 100Gbps y ya son 38 las redes estatales de educación e investigación que tiene a cargo para su interconexión.

En Europa, el concepto de redes académicas se ha extendido desde las universidades hasta las escuelas de educación básica y preuniversitaria, así como a los centros de salud y hospitales, lo que complementa GÉANT2 (s.f.a), al expresar que se ha mantenido el crecimiento de las redes académicas y de investigación por medio de la creación de 34 Redes Nacionales de Educación e Investigación (NREN), cuyo carácter es privado y no es permitido la comercialización de servicios, lo que les permite estar exentas de aspectos regulatorios y cuyos costos de operación son soportados en la mayoría de los países por cada uno de los gobiernos.

3 Red de la Fundación Nacional de la Ciencia. Es una de las primeras redes académicas en hacerse cargo de la Internet y actualmente es eje central de la misma.

4 Protocolo que permite la conexión de uno a muchos destinos, optimizando el uso de la red, es una característica que debe estar presente en una red que se considere avanzada.

5 Internet Protocol Version 6, es la nueva versión del protocolo IP, fue diseñado para remplazar de progresivamente IPv4.

En tanto, Ramírez (2009, 11, 13) afirma que en América Latina el surgimiento de las redes académicas se dio finalizando la década de los años 90, con el objetivo de crecer en el ámbito investigativo con Europa y creando una estructura regional de transmisión de datos sobre una red avanzada, facilitando la cooperación en el campo académico e investigativo. Las redes académicas más destacadas durante este periodo de tiempo eran: RNP en Brasil, REUNA en Chile, RETINA en Argentina y CUDI en México.

En junio de 2003 se aprueba el proyecto ALICE (América Latina Interconectada Con Europa) con apoyo de varias NREN europeas y la organización DANTE (*Delivery of Advanced Network Technology to Europe*), pretendiendo crear una infraestructura tecnológica orientada a la investigación en América Latina interconectada con su par en Europa, GÉANT. Después de la formación de ALICE, 13 países de Latinoamérica se unieron para formar la Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas (CLARA) y desde ese momento cada país integrante ha venido consolidando su propia Red Académica Nacional, que al momento son 12 conectadas a la red CLARA y otras en proceso de formación.

Bedoya, *et al* (2007, 6), comentan que a partir de la dinámica ofrecida por la Internet, las grandes instituciones mundiales empezaron a formular proyectos encaminados a la constitución de redes académicas que permitieran desligarse del carácter comercial predominante en las redes públicas de la actualidad, para dar una gran cobertura y facilitar mecanismos para la comunicación entorno a los procesos científicos y tecnológicos, llevando consigo que grandes instituciones en todo el mundo permitieran la creación de sus redes académicas nacionales y estas a su vez pudieran establecer conexión con sus redes correspondientes del resto del planeta.

1.2 ¿Qué es una red académica?

Consiste en una red de tecnología avanzada que facilita la comunicación y el trabajo colaborativo entre instituciones con equipos de investigadores ubicados en distintos espacios geográficos, simplificando el desarrollo de proyectos conjuntos de carácter académico, científico y tecnológico, mediante los cuales se puede compartir información, acceder a laboratorios virtuales, transferir grandes volúmenes de datos, aplicar videoconferencia entre sitios remotos, hacer uso de la telemedicina y desarrollar aplicaciones con procesamiento distribuido trascendentales para la investigación. Estas redes ofrecen anchos de banda y servicios muy superiores a los de la Internet comercial y son exclusivas para el trabajo académico y la producción de conocimiento,

características que sirven de base para la denominada e-ciencia, entendida como la generación de ciencia, innovación y nuevo conocimiento apoyado por las TIC.

Según RENATA (2008a), algunas de las actividades que se pueden llevar a cabo a través de una red académica, y que sirven de apoyo a la comunidad científica, son:

- Servir de canal para el acceso a recursos a distancia como instrumentación remota, robots, telescopios, microscopios, equipos de medición y laboratorios virtuales.
- Permitir el procesamiento masivo y distribuido de datos, brindando la posibilidad de crear mallas computacionales (GRID's), servicios Web Caché, Supercomputación y Clúster.
- Hacer demostraciones utilizando recursos que están en diferentes sitios y simular ambientes y modelos virtuales, proceso que requiere de un alto nivel de procesamiento y almacenamiento de información.
- Facilitar las comunicaciones presenciales integradas de video, voz sobre protocolos IP, datos, videotecas para el servicio de video sobre demanda (VOD), videoconferencia, colaboración interactiva, televisión de alta definición, y streaming.
- Posibilitar la proximidad entre expertos que se encuentran en sitios alejados, habilitando la posibilidad de tener especialistas en varias partes del mundo al tiempo que comparten información entre sí, disminuyendo los costos y tiempos de desplazamiento y maximizando las comunicaciones.
- Propiciar el medio para compartir recursos de citación y publicación como bibliotecas digitales, sistemas de indexación audiovisual, directorios digitales, manejadores de contenido y bases de datos digitales.
- Ayudar al aprovechamiento de espacios virtuales como tele-inmersión (Entorno Virtual Compartido en Tiempo Real, realidad virtual) permitiendo reproducir la realidad por medio de poderosos recursos informáticos.

Considera De Miguel (2007, 5) que «para el investigador que desea colaborar en un proyecto de investigación internacional la utilización de los servicios básicos sobre la red IP es muy sencilla, pero si necesita algún servicio que requiera una configuración especial, entonces la situación se complica porque debe coordinar el servicio desde su laboratorio con el centro y la institución a la que pertenece, después tiene que coordinar con la red regional, luego con la red nacional y finalmente con la red a nivel continental para realizar el enlace con

el resto del grupo investigador», lo que exige que estas redes deben trabajar en tres direcciones básicas: - la adaptación de los protocolos actuales a las redes de alta velocidad, - la definición de nuevos modelos de gestión y - la estandarización de un catálogo de servicios por prioridad y por especialidad, creando con esto un mecanismo que minimice los problemas en cuanto a demanda de ancho de banda y calidad de servicio, lo que incentiva su utilización.

La mayor dificultad se presenta en la adaptación del protocolo TCP, dado que no está diseñado para trabajar a una velocidad concreta, sino que opera a la velocidad con la que garantiza la fiabilidad en el recorrido entre un extremo y otro; por ejemplo, afirma De Miguel (2007, 7), «en mayo de 2006 el record de velocidad de transferencia de datos con TCP durante 30 minutos, sobre una fibra de 10 Gbps y 30.000 Km fue de 7,21 Gbps. Lo que indica que la optimización de protocolos sigue siendo un asunto esencial para utilizar adecuadamente las redes de muy alta velocidad».

En cuanto a la definición de nuevos modelos de gestión, es de vital importancia establecer políticas de acceso a los recursos de red, de manera que este proceso pueda realizarse en forma automática, sin necesidad de contactar a todos los administradores de las redes involucradas, permitiendo al usuario de los equipos capacidad de monitorización, manteniendo al mismo tiempo la fiabilidad y la seguridad frente a posibles usos indebidos.

Por último, la estandarización de los servicios entre todas las redes académicas es indispensable para permitir la comunicación efectiva entre científicos ubicados en latitudes diferentes, que según De Miguel (2007, 9), requiere de tiempo por diversas razones aunque ya existen algunos servicios del proceso: - identidad electrónica común, - movilidad, - seguridad, - servicios avanzados de colaboración, - virtualización y - programabilidad.

2. Redes académicas de alta velocidad en el mundo desarrollado

2.1 Internet2 América del Norte

La historia de Internet2 (Internet2, 2010a), surge en el año 1996, cuando cerca de 34 Universidades de los Estados Unidos se unen con el fin de establecer un proyecto con la capacidad de fomentar el desarrollo de una red de investigación y educación; después, de una década en el año

2007, se reúne el Consejo de Internet2 para establecer nuevas tareas y ser pioneros en promover nuevas estrategias al llevar la investigación y la academia a niveles más altos y junto con líderes de la tecnología, el gobierno y la comunidad internacional, promover la colaboración y la innovación. Hoy, Internet2, una organización sin fines de lucro, es el principal consorcio de redes avanzadas de los Estados Unidos, que proporciona las capacidades de red de última generación y el desarrollo, despliegue y utilización de las tecnologías de Internet, conformada por más de 200 universidades, con colaboración de 70 empresas líderes, 45 agencias gubernamentales, más de 50 organizaciones internacionales asociadas y un gran número de laboratorios e instituciones de educación superior.

La infraestructura que opera en la red nacional de Internet2 (Internet2, 2010b) da escalabilidad a cada una de las instituciones miembro y de acuerdo a sus requerimientos manejan el tipo de red que se acomode a su interés. En la figura 1 se pueden observar los puntos de conexión de red con sus respectivas velocidades y ubicación.

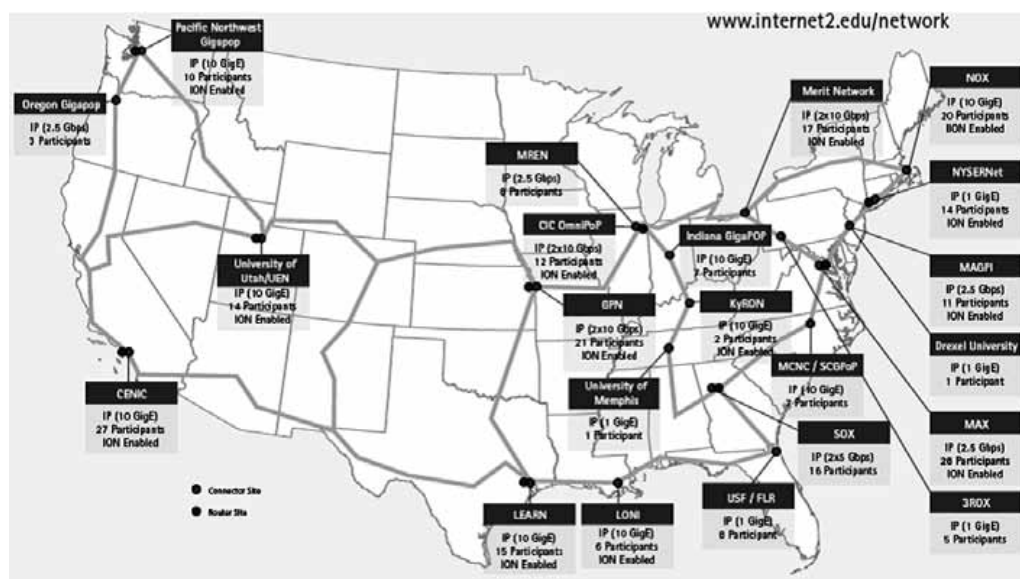


Figura 1. Mapa de puntos de conexión de red de Internet2. (Internet2, 2010c)

La red de investigación y educación avanzada canadiense, CANARIE (Canarie, 2010a), fundada en 1993, cuenta con más de 200 universidades y 39000 investigadores que se conectan a una red de muy alta velocidad, incluye 12 redes regionales y 100 redes en colaboración interconectadas en más de 80 países. Además cuenta con tres co-

nexiones directas a Estados Unidos para poder interconectarse con diferentes partes del mundo, MANLAN a 2.5 Gbps, StarLight a 2.5 Gbps y PacificWav a 10 Gbps.

2.2 Géant2 Europa

El proyecto DANTE (Dante, s.f.a) se establece en 1993, en la ciudad de Cambridge (Reino Unido), como una sociedad sin ánimo de lucro, con el objetivo de planificar, construir y operar redes de investigación paneuropeas, y desde entonces ha desempeñado un papel fundamental en las generaciones, empezando con EuropaNET, TEN-34, TEN-155, GÉANT, y las más reciente GÉANT2.

En junio de 2005, se lanza oficialmente GÉANT2 (Géant2, s.f.b), conecta a más de 30 millones de usuarios del sector educativo y de investigación en 3500 instituciones de Europa, maneja una topología de varios dominios que conecta 34 países a través de 30 NREN, además enlaza varias regiones de todo el mundo convirtiéndose en el centro de las redes mundiales de investigación. El proyecto es financiado por la Comisión Europea y la Red Nacional Europea de Investigación y Educación, y es administrado por DANTE.

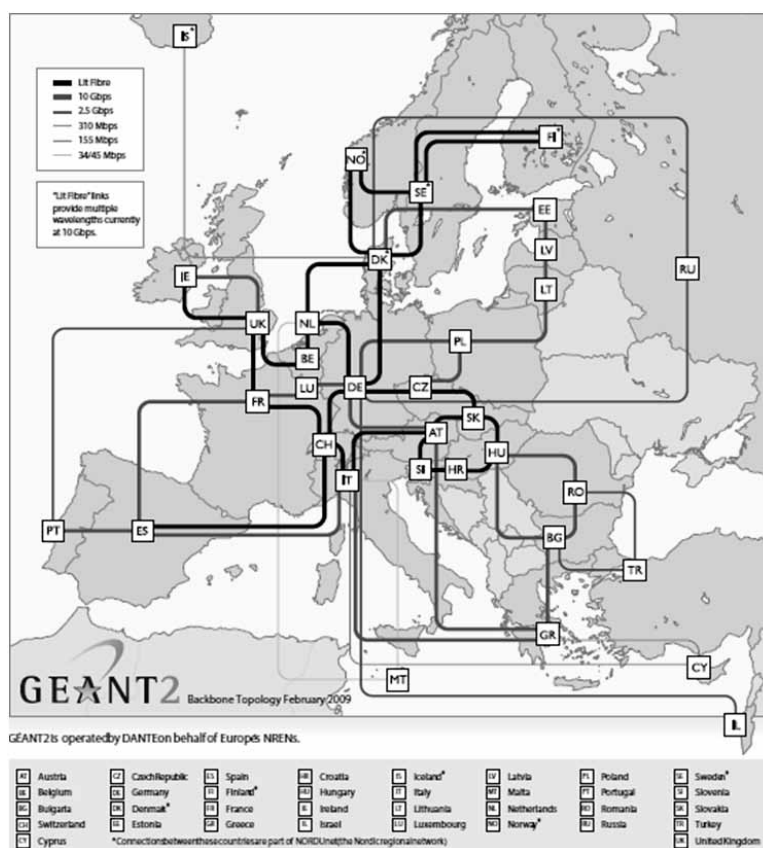


Figura 2. Topología de red GÉANT2 (Géant2, 2009)

El diseño de GÉANT2 (Géant2, 2009) se ha centrado en maximizar la flexibilidad operativa y de servicios y en el desarrollo de herramientas para el manejo del tráfico (Figura 2), con una arquitectura de red flexible basada en la combinación de enrutamiento IP y conmutación de componentes, tiene 25 puntos de presencia (PoP) que están totalmente equipadas y en servicio, manejando velocidades entre 34/45 Mbps y 10 Gbps.

Una de las redes académicas europeas más destacadas es la española RedIRIS (RedIRIS, 2009a), que inicia en 1988, a partir del programa IRIS (Interconexión de los Recursos Informáticos) entre las diferentes universidades y centros de investigación, pasando a ser RedIRIS en 1991, bajo la administración del Consejo Superior de Investigación Científicas, y constituyéndose, en enero de 2004, como entidad autónoma con más de 350 instituciones afiliadas.

En la tabla 1, se listan las diferentes NREN existentes en territorio europeo.

Tabla 1. NREN Europeas (Ramírez, 2009, 11)

País	NREN	País	NREN
Austria	ACOnet	Letonia	SigmaNet
Serbia	AMRES	Lituania	LITNET
Eslovenia	ARNES	Macedonia	MARNET
Bélgica	Belnet	Finlandia	FUNET
Bulgaria	BREN	Islandia	Rhnet
Croacia	CARNet	Suecia	SUNET
República Checa	CESNET	Dinamarca	Forkningsnettet
Chipe	CYNET	Noruega	UNINETT
Alemania	DFN	Polonia	PIONIER
Estonia	EENet	España	RedIRIS
Kazajistán	KazRENA	Francia	RENATER
Portugal	FCCN	Luxemburgo	RESTENA
Italia	GARR	Rumania	RNC
Grecia	GRNET	Eslovaquia	SNET
Irlanda	HEAnet	Holanda	SURFnet
Hungría	HUNGARNET	Suiza	SWITCH
Israel	IUCC	Turquía	ULAKBIM
Gran Bretaña	JANET	Malta	University of Malta

2.3 Apan y Tein3 Asia

Según APAN (2009, 1), investigadores de la región del Pacífico asiático, ante la necesidad de tener Internet de gama alta en sus redes,

para mejorar su capacidad y transmitir a velocidades más altas la información, se discute la situación en el Simposio en Tsukuma (Japón), auspiciado por APEC (*Asia-Pacific Economic Cooperation*), y en el foro de APII (*Asia Pacific Information Infrastructure*) se propone la conformación APAN (*Asia-Pacific Advanced Network*). Durante un año se realizan varias reuniones con asistencia de delegados de América del Norte y Europa, que concluyen en junio de 1997 con la formación del consorcio APAN, sin fines de lucro, para promover la investigación en tecnologías avanzadas de red y avances en las aplicaciones de red y servicios, además coordinar el desarrollo de aplicaciones de banda ancha de alto rendimiento.

Posteriormente, en mayo de 2004, por medio de DANTE, se crea el proyecto TEIN2 (*Trans-Eurasia Information Network*), con el objetivo de aumentar la conectividad de Internet para la educación e investigación entre Europa y Asia y mejorar la conectividad inter-regional en Asia (TEIN2, s.f.). A partir del éxito de este proyecto, y con la financiación de la Comisión Europea, se genera TEIN3, en servicio a partir de 2009, con una red dedicada de alta capacidad para la comunidad de investigación y educación del Pacífico Asiático, interconectando a las redes académicas de China, India, Indonesia, Japón, Corea, Laos, Malasia, Nepal, Pakistán, Filipinas, Singapur, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Vietnam, Australia, Bangladesh, Bután y Camboya, además con conectividad directa a GÉANT2.

En el mapa de topología de *backbone* (Figura 3) que se observa en TEIN3, la capacidad de la mayoría de enlaces ha aumentado hasta 2,5 Gbps y el enlace con América del Norte a 10 Gbps, proporcionado por TransPAC2⁶, además consta de cuatro nodos de red en Beijing, Hong Kong, Mumbai y Singapur que van conectados a la red europea GÉANT2 por medio de enlaces de alta velocidad.

Entre las redes nacionales, se destaca la japonesa JGN2PLUS que interconecta con Internet2, mediante un enlace de 1 Gbps (JGN2PLUS, 2010a)

6 TransPAC2 es un servicio internacional de Internet de alta velocidad que conectan las redes de investigación y educación entre Asia y EE.UU.

Guatemala (CEDIA), Honduras (UNITEC), México (CUDI), Panamá (RedCyT), Paraguay (Arandú), Perú (RAP), Uruguay (RAU) y Venezuela (REACCIUN)» (Rangel, 2010).

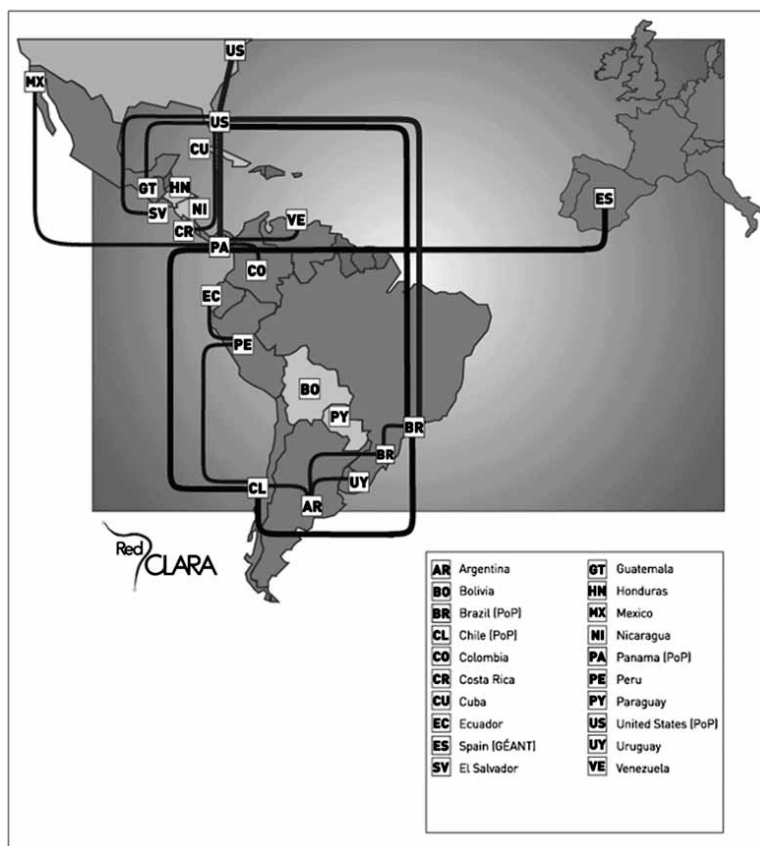
Según Rangel (2010), en el año 2004 se realiza la conexión de RedCLARA con GÉANT, a velocidades de 10Mbps hasta 622 Mbps entre los puntos de red de Sao Paulo y Madrid; en 2005 se realizan las conexiones de las redes nacionales latinoamericanas que conformaban la red, excepto Venezuela que se vincula en 2006 a RedCLARA, junto con Renata de Colombia y Renia de Nicaragua.

El proyecto ALICE, según (Dante, s.f.b), tiene éxito en América Latina y se prorroga hasta marzo del 2008, periodo en que los miembros de RedCLARA se encargan de la sostenibilidad de su organización e infraestructura. En diciembre del mismo año se lanza ALICE2, con el cual se pretende ampliar y reforzar la infraestructura de la RedCLARA para la investigación. ALICE2 empieza a funcionar en el primer trimestre de 2009, coordinada por CLARA (Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas).

3.1.2 Especificaciones técnicas. Según Cabezas y Bravo (2010, 36), CLARA se responsabiliza de implementar y administrar la infraestructura de la RedCLARA, que interconecta las redes académicas nacionales de América Latina, involucrando actualmente cerca de 729 universidades, donde trabajan 671 mil académicos, 104.607 investigadores y 3.763.142 estudiantes. CLARA «cuenta con 17 países miembros (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela) y sólo trece de ellos están conectados a RedCLARA. Los no-conectados son Bolivia, Paraguay, Cuba y Honduras. Los dos últimos se consideran “miembros no-activos”, pero se espera su incorporación plena en un futuro cercano» (Cabezas y Bravo, 2010, 35).

Altamirano, et al (2009, 4), indican que la conexión troncal de la RedCLARA con GÉANT en su comienzo era de 155 Mbps y hasta ahora se ha logrado tener una velocidad de 622 Mbps, donde cada uno de los enlaces de los miembros activos es de 155 Mbps, menos la red ecuatoriana FUNDACYT, que trabaja a una velocidad de 45 Mbps. Cabezas y Bravo (2010, 36) expresan que la troncal de la RedCLARA tiene siete nodos enrutadores principales, conectados por una topología lineal punto-a-punto, a su vez cada nodo principal simboliza a un PoP, seis de los nodos se localizan en diferentes ciudades de América Latina: São Paulo (Brasil), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú),

Figura 4. Topología troncal de RedCLARA (RedCLARA, 2010)



Santiago (Chile), Ciudad de Panamá (Panamá) y Tijuana (México), el nodo restante se sitúa en Miami (Estados Unidos), por medio del cual se conectan las diferentes redes académicas Centroamericanas, las conexiones de todas las redes nacionales latinoamericanas se realizan por medio de uno de estos siete nodos. La figura 4, muestra la topología que presenta la troncal (backbone) de RedCLARA en marzo de 2010.

Altamirano, et al (2009, 4), comentan que en la RedCLARA, ya se encuentran en marcha varios proyectos de enlaces mucho más veloces, por ejemplo: el primer enlace (Argentina-Chile) a 10 Gbps y el segundo (Argentina-Brasil) que se encuentra en proceso de contratación, destinada a agregar enlaces en América Latina entre 2.5 y 10 Gbps para mejorar la transferencia de información.

3.2 Redes académicas de América Latina

En la tabla 2 se resumen las redes académicas de América Latina, mostrando el nombre, el país, el año de inicio, la institución encargada de la administración y una pequeña descripción de lo que es o hace la NREN.

Tabla 2. Descripción Redes Académicas de América Latina (Construida a partir de los datos aparecidos en los sitios oficiales de cada red)

NREN-País (Año inicio)	Institución líder	Descripción
INNOVA RED- Argentina (2007)	Fundación INNOVA-T	«La Fundación INNOVA-T a partir del 1° de abril de 2007, asumió por mandato de las autoridades competentes (Secretaría de Comunicaciones de la Nación (SECOM), Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET)) la operación de la Red Nacional de Investigación y Educación de Argentina (INNOVA-RED)» (INNOVARED, 2010).
RNP-Brasil (1989)	La Asociación RNP (AsRNP) Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT)	Redelpe de RNP (2009), es una infraestructura de red de Internet dedicado. Se conecta a las principales universidades e institutos de investigación del país, se benefician de un canal de comunicación rápido y servicios de apoyo y aplicaciones avanzadas. Está basada en la tecnología de transmisión óptica, es una de las más avanzadas del mundo y tiene conexión con las redes académicas extranjeras como Clara, Internet2 y GÉANT.
REUNA-Chile (1986)	REUNA Centro de Operaciones	«G-REUNA implementada en el 2006, es la tercera versión de la Red Académica nacional (sus antecesoras fueron REUNA y REUNA2), está preparada para soportar capacidades en Gbps (de ahí la G en su nombre), y prestar servicios avanzados como QoS (Calidad de Servicio), Multicast e IPv6, entre otros, permitió la actualización de todos los equipos en la troncal de la red así como de algunos accesos» (REUNA, s.f.).
RENATA- Colombia (2002)	Ministerio de Comunicaciones mediante la "Agenda de Conectividad"	Red Transparente. «Diseñada como una red independiente de Internet Comercial a sabiendas de que cada una tiene aplicaciones diferentes y está destinada a usuarios diferentes. Por esto, desde sus inicios cuenta con un sistema de direccionamiento IP independiente, en donde cada Institución miembro accede con un rango de direcciones IP diferente al utilizado para su acceso a Internet Comercial, es decir, ambas redes completamente separadas» (RENATA, 2008b).
RAAP-Perú (2003)	CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica)	«Red de comunicaciones de arquitectura abierta, con soporte multiprotocolo que permite servicios de banda ancha. Su objetivo es mantener una independencia de conexión con la red Internet actual que está orientada al ámbito comercial. Actualmente usa los nuevos protocolos y arquitecturas de red IPV6 garantizando una adecuada calidad de servicio a las nuevas aplicaciones de I+D y permitiendo la creación de redes virtuales privadas (VPN) para la creación de grupos de investigación» (RAAP, s.f.).
CR2Net-Costa Rica (2001)	No aparece	«A nivel nacional, CR2Net ya tiene identificados algunos proyectos para ser trabajados de inmediato sobre su red, estos son: Videoconferencia sobre IP, Centro de Respaldo de Datos, Bibliotecas virtuales y Voz sobre IP» (RedCLARA, 2005, 4).

NREN-País (Año inicio)	Institución líder	Descripción
CEDIA-Ecuador (2002)	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)	«La primera versión de la red CEDIA entra en operación el 10 de Enero de 2005, contando con una troncal nacional a 2 Mbps en 6 provincias del Ecuador. El 18 de Enero de 2006, se logra conectar la Red CEDIA a la Red CLARA, mediante una conexión a 10 Mbps. al nodo de Santiago de Chile a través del cable submarino» (CEDIA, 2009, 2).
RAICES-El Salvador (2006)	No aparece	«RAICES es la Red Nacional de Investigación y Educación de El Salvador (NREN) y es miembro fundador de CLARA. Es socio local de DANTE y de CLARA para el Proyecto ALICE y su continuación, ALICE2» (Raices, s.f.).
RAGIE-Guatemala (2006)	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT)	«La Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación es una asociación civil sin fines de lucro constituida por Universidades, Institutos de Investigación y otras instituciones Guatemaltecas dedicadas a la investigación y educación, que desarrolla proyectos para el logro de sus fines a través de redes y la explotación de las telecomunicaciones» (RAGIE, s.f.).
RAU-Uruguay (1990)	Servicio Central de Informática Universitario (SeCIU)	«Los nodos de la Red Académica Uruguay son un total de 153, pudiéndose discriminar entre los pertenecientes a la Universidad de la República 31 TCP/IP, 82 UUCP y los de otras entidades Académicas y de Investigación .25 TCP/IP, 14 UUCP» (RAU, 2002).
CUDI-México (1999)	Consejo Directivo CUDI	«La red de CUDI cuenta con una infraestructura de más de 8,000 kilómetros de enlaces de alta capacidad que operan a una velocidad de 155 megabits por segundo. Esta red dorsal abarca todo el territorio nacional. Se cuenta además con tres enlaces de la misma velocidad que permiten la interconexión con las principales redes académicas de Estados Unidos y del resto del mundo. A través de estos enlaces es posible tener acceso a más de 45 redes similares de Europa, Asia, Oceanía y América Latina que interconectan a más de 3,000 universidades y centros de investigación» (CUDI, s.f.).
RENIA-Nicaragua (s.d)	Equipo de trabajo de Red RENIA (RENIA-TEC)	«En el 2009 fue reactivada la interconexión de las redes académicas nacionales. En el mes de Agosto del 2009 se instaló el Router de RENIA en el Centro de Intercambio de Tráfico Nacional conocido como NiclX. Con el levantamiento de este servicio de conectividad, permitirá a las universidades miembros realizar pruebas pilotos de investigación en el área de Internet Avanzada, en temas como Seguridad, Video conferencia, Protocolo IPv6, Conexiones inalámbricas, entre otras» (RENIA, 2010).
RedCyT-Panamá (2002)	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT)	«En el año 2004 REDCyT lanzó la red de banda ancha conocida como Internet 2. SENACYT informó que la conexión de Internet 2 se logró gracias al proyecto desarrollado por la Universidad Internacional de Florida, en colaboración con Global Crossing, para interconectar las redes de investigación y educación de América Latina a redes nacionales de investigación de Estados Unidos» (Jordan, 2004).

NREN-País (Año inicio)	Institución líder	Descripción
Arandú-Paraguay (2010)	No aparece	Hasta hace poco, Arandú (s.f.) la red académica de Paraguay era uno de los pocos países que no pertenecía a una red académica de tecnología avanzada. El convenio fue firmado el 19 de abril de 2010.
REACCIUN-Venezuela (1994)	Centro Nacional de Innovación Tecnológica (Cenit)	«La plataforma tecnológica de Reacciun ofrece servicios avanzados como VoIP, IPv6, Multicast, GRID, Videoconferencia y QoS para la implementación e investigación en nuevas tecnologías» (REACCIUM, 2007).

4. Comparación entre redes académicas de alta velocidad

En este capítulo se pretende comparar cinco de las redes académicas de alta velocidad del mundo, se seleccionaron por su importancia, ya que conectan, comunican y propician la colaboración para el intercambio de información entre las diferentes comunidades académicas y científicas del mundo, también por ofrecer grandes velocidades de conexión para un alto rendimiento entre las diferentes NREN: RENATA (Colombia) y RNP (Brasil) pertenecientes a la RedCLARA (América Latina), CANARIE (Canadá) de Internet2 (Norte América), RedIRIS (España) de GÉANT2 (Europa) y JGN2PLUS (Japón) de APAN y TEIN3 (Asia).

Además de los motivos expuestos anteriormente, estas NREN poseen buena información bibliográfica en internet, mostrando datos sobre su tráfico, sus proyectos, sus anchos de banda, sus velocidades, sus servicios, sus equipos de conexión, entre otros. En la tabla 3, con datos de abril 28 de 2010, se puede apreciar el ancho de bandas de los canales, la utilización mensual de tráfico de entrada y salida, el tráfico pico y el promedio de tráfico en horas de alto uso, el porcentaje de utilización de los canales de las redes académicas.

Los datos señalan que el porcentaje de utilización mensual es bajo, ya que está con valores inferiores al 13%, solo los supera el enlace Sao Pablo-Miami, que está en 49% de entrada y 33% de salida, debido a que por medio de este enlace, salen todas las redes académicas pertenecientes a RedCLARA hacia Internet2. También se aprecia que el tráfico promedio pico oscila entre 74% y 40%, el de Sao Pablo-Miami supera ese valor por la misma causa anterior.

Tabla 3. Análisis de tráfico mensual de entrada y salida en redes de alta velocidad (Construida a partir de RNP (2010a), CANARIE (2010b), RedIRIS (2010a), JGN2PLUS (2010b) y RENATA, 2010)

NREN	Enlaces y Ancho Banda	Utilización mensual/entrada y salida			
		Um/eys	Um/Pico eys	%	%Pico
RNP (Brasil)	Sao Pablo-Chile 622 Mbps	81.21 Mbps	462.57 Mbps	13.05%	74.36%
		42.41 Mbps	322.03 Mbps	6.81%	51.77%
	Sao Pablo -Internet2 1 Gbps	72.58 Mbps	609.71 Mbps	7.25%	60.97%
		76.17 Mbps	703.61 Mbps	7.61%	70.36%
	Sao Pablo-Miami 2.5Gbps	1.24 Gbps	2.5 Gbps	49.6%	100.00%
		848.39 Mbps	1.64 Gbps	33.93%	65.60%
CANARIE (Canadá)	Toronto-Manhattan(MANLAN) 2.5Gbps	171.8 Mbps	582 Mbps	6.9%	23.28%
		211 Mbps	1050.7 Mbps	8.4%	42.02%
	Toronto-Chicago (StarLight) 2.5Gbps	62.9 Mbps	503.5 Mbps	2.5%	20.14%
		60.3 Mbps	460.0 Mbps	2.4%	18.40%
	Calgary-Los Angeles(PacificWave) 10Gbps	154.0 Mbps	739.9 Mbps	1.5%	7.39%
		178.0 Mbps	974.8 Mbps	1.8%	9.74%
RedIRIS (España)	Madrid-GÉANT 10 Gbps	1.05 Gbps	3.61 Gbps	10.50%	36.10%
		857.60 Mbps	4.51 Gbps	8.57%	45.10%
	Madrid – GÉANT 2.5 Gbps	54.35 Kb/s	307.53 Mbps	0.0021%	12.30%
		7.76 Kb/s	10.43 Mbps	0.00031%	0.41%
JGN2 PLUS (Japón)	Tokio-Internet2 10 Gbps	95.058 Mbps	1.486 Gbps	9.5%	14.86%
		44.680 Mbps	1.119 Gbps	4.46%	11.19%
RENATA (Colombia)	Bogotá-Panamá 155 Mbps	Bogotá-Panamá 155 Mbps	44.2 Mbps	6.77%	
			28.5 Mbps	2.06%	

El nodo de Brasil muestra un alto porcentaje de utilización, puesto que por allí se encamina la mayor parte del tráfico de Latinoamérica hacia las conexiones internacionales, además hay que tener en cuenta que el ancho de banda es inferior respecto a las demás conexiones en comparación.

Para el caso puntual de la red académica en Colombia, se observa que su enlace internacional presenta una velocidad muy inferior a las anteriormente mencionadas, esto se evidencia porque es una red muy nueva y además con el ancho de banda que trabaja, soporta bien el tránsito de la información entre las redes interconectadas.

Los nodos de Canadá, España y Japón manejan anchos de banda promedio de 10 Gbps, un valor muy superior en relación con las redes

latinoamericanas, esto se presenta porque tienen más trayectoria, más redes interconectadas, así como el mayor presupuesto para la operación y mantenimiento de sus redes y centros de operación.

En la tabla 4, se encuentran las capacidades de transmisión de las redes continentales y nacionales, desde la velocidad más baja hasta la más alta, se observa que la red latinoamericana y sus NREN, poseen velocidades muy inferiores a las demás redes, comparando esto, se concluye que por ser uno de los continente donde las redes académicas son relativamente nuevas, no se ha visto la necesidad de ampliar sus anchos de banda para que la capacidad de transmisión sea mayor. Vale resaltar que JGN2PLUS proporciona una red de banco de pruebas, que permite experimentar velocidades en Terabyte (1000 Gbps), así como que está en marcha el proyecto GÉANT3, donde las capacidades de transmisión serán de hasta 40 Gbps.

Tabla 4. Capacidad de transmisión en redes de alta velocidad continentales y nacionales
(Construida a partir de RedCLARA (2008), INTERNET2 (2010a), GÉANT2 (2009), TEIN3 (2010, RENATA (2008c), RNP (2007a), CANARIE (2010a), RedIRIS (2009b), JGN2PLUS (2010c))

Redes Continentales		Redes Nacionales	
Redes (Continente)	Capacidad de transmisión	Redes (País)	Capacidad de transmisión
RedCLARA (América Latina)	10 Mbps hasta 2,5 Gbps	RENATA (Colombia)	200 Mbps
INTERNET2 (Norte América)	1Gbps hasta 20 Gbps	RNP (Brasil)	4 Mbps hasta 10 Gbps
GÉANT2 (Europa)	34/45 Mbps hasta 10 Gbps ⁷	CANARIE (Canadá)	2,5 Gbps hasta 10 Gbps
TEIN3 (Asia)	10 Mbps hasta 10 Gbps	RedIRIS (España)	100 Mbps hasta 10 Gbps

Los proyectos que se describen en la tabla 5, son algunos de los más destacados entre las NREN por sus grandes aportes a cada país, se aprecia que hay presupuestos entre 24 millones y 181 millones de Euros, mientras Renata tiene un presupuesto en el año 2010 de 800 millones de pesos (aproximadamente € 320.000) para la convocatoria de proyectos y cada uno se financia máximo con \$100 millones.

⁷ Se encuentra en marcha el proyecto GÉANT3, donde las capacidades de transmisión serán de hasta 40 Gbps.

Tabla 5. Proyectos destacados entre redes académicas (Construida a partir de la información que aparece en los sitios web de las redes)

Tabla 5. Proyectos destacados entre redes académicas (Construida a partir de la información que aparece en los sitios web de las redes)

NREN	Nombre proyecto/ presupuesto	Inicio/ Fin	Descripción
RedIRIS (España)	FEDERICA € 5 millones	01.2008/ 06.2010	«Proyecto a través del cual varias redes académicas y de investigación nacionales y centros públicos y privados de I+D crearán una infraestructura de red virtual a escala europea que podrá usarse para llevar a cabo actividades experimentales sobre nuevos servicios y protocolos de Internet» (RedIRIS, 2009c).
RedIRIS (España)	GN3 € 181 millones	04.2009/ 03.2013	«Proyecto a través del cual las redes académicas y de investigación nacionales de los países europeos despliegan una red académica y de investigación paneuropea llamada GÉANT3, que une las redes de investigación de los distintos países europeos entre sí, y a todas ellas con otras redes de investigación de distintas regiones del planeta, contribuyendo así a la creación de una red de investigación global» (RedIRIS, 2010b).
RNP (Brasil)	PlanetLab	2002	«Laboratorio virtual para experimento de nuevas tecnologías y protocolos de red, tiene como socios a Intel, HP y Google» (RNP, 2007b).
RNP (Brasil)	Proyecto Giga US\$ 30 millones	2002	«El proyecto Giga consiste en el desarrollo de tecnologías de red óptica, aplicaciones y servicios de telecomunicación asociados a tecnología IP y banda larga. Este proyecto implicó la creación de una red experimental, con capacidad de transmisión de hasta 10 Gbps, y la generación de productos y servicios en forma de prototipos» (RNP, 2006).
RENATA (Colombia)	Sistema de Telefonía IP para las Universidades Colombianas	Sin dato	«Interconectar a los investigadores de las universidades miembros de Renata mediante un sistema <i>Open-OpenSource (Asterisk)</i> , para resolver sus necesidades de comunicación inmediata» (RENATA, s.f.a)
RENATA (Colombia)	Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada	Sin dato	«Diseñar e implementar una plataforma de experimentación para sistemas complejos, con acceso remoto y procesamiento de alta demanda, que haga uso de un alto número de procesadores elementales y de bajo costo, y de libre acceso por la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada, RENATA» (RENATA, s.f.a).

NREN	Nombre proyecto/ presupuesto	Inicio/ Fin	Descripción
RedCLARA (América Latina)	e-CienciaL US\$ 155.320	05.2008/ 03.2009	«Este proyecto pretende resolver la brecha relativa al insuficiente nivel de la e-Ciencia en América Latina, entendida ella como el conjunto de actividades científicas desarrolladas mediante el uso de recursos distribuidos en el mundo a través de Internet. Tiene como propósito el mejoramiento de las actividades de e-Ciencia en las áreas de ciencia y tecnología» (RedCLARA, s.f.b).
RedCLARA (América Latina)	GLOBAL - <i>Global Linkage Over Broadband Links</i> (FP7)	05.2008	«GLOBAL propone la creación de un Centro Virtual de Conferencias (VCC), a través de la instalación de un sistema Web 2.0, como una e-Infraestructura de colaboración. El proyecto, busca crear un servicio Web que coordine y facilite el desarrollo de eventos globales distribuidos a través de un software sencillo y popular. CLARA estará a cargo de dar acceso a eventos virtuales para regiones que cuentan con una infraestructura limitada (<i>Narrowband</i>). Además, participará brindando soporte al desarrollo de las actividades del proyecto en Latinoamérica» (RedCLARA, s.f.c).
JGN2 PLUS (Japón)	JGN2P-A21005	2010	<i>Mitsubishi Electric Corporation</i> líder del proyecto de JGN2plus (2010d), se encuentra trabajando en el campo principal de la red de transporte óptica, se basa en la alta velocidad de tecnología de procesamiento de señales electrónicas.
JGN2 PLUS (Japón)	JGN2P-A21009	2010	<i>National Institute of Information and Communications Technology</i> líder del proyecto de JGN2plus (2010d), esta desarrollando servicios dinámicos usando JGN2 Plus basado en la calidad de servicio QoS de los usuarios principales.

Los diferentes servicios de las NREN se muestran en la tabla 6, esta información se obtuvo a través de sus páginas Web. De los 17 servicios clasificados, la REDIRIS presta el servicio de 9, las otras prestan solo entre 7 y 4 servicios. Se cree que no hay una buena información de los servicios en las páginas web, ya que casi todas deberían prestar los mismos servicios.

Tabla 6. Servicios ofrecidos por las redes académicas (Construida a partir de RENATA (s.f.b), RNP (2010b), CANARIE (2010c), RedIRIS (2009d), JGN2PLUS (2010e))

Servicios	RENATA	RNP	CANARIE	REDIRIS	JGN2 PLUS
Conectividad (IPv4 – Ipv6): permite a los usuarios conectar más de 2 puntos de acceso en el nivel de IP (IPv4/IPv6 doble pila).	x	x	x	x	x
Multicast	x	x	x	x	
NTP: ofrece la infraestructura para la sincronización de la hora de los equipos conectados a la red.	x	x		x	
Videoconferencia	x	x			
DNS: permite traducir nombres de dominio a direcciones IP y viceversa.				x	
Eduroam: Servicio de acceso a la red para usuarios móviles.				x	
FTP: Es un protocolo de red para la transferencia de archivos.				x	
VPN: permite interconectar a usuarios localizados en distintos puntos geográficos como si se encontraran en la misma LAN, permitiendo realizar una gestión global de su red de clientes pasando por alto la capa IP introducida por la red de proveedor a través de la cual se comunican los usuarios finales.				x	
Mailbackup: garantiza la entrega de correo cuando no haya acceso a la red.				x	
Middleware: facilita tareas como identificación, autenticación, autorización, gestión de la seguridad y movilidad.				x	
Tele inmersión: permite a los usuarios ubicados en diferentes partes, captar los movimientos y otros aspectos de los usuarios en tiempo real.			x		
Conectividad Ethernet: permite a los usuarios conectar más de 2 puntos de acceso en el nivel de Ethernet por VLAN. Ancho de banda entre 100 Mbps y 10 Gbps.					x
QoS: Capacidad que posee una red para proporcionar un buen servicio, especialmente para transmisiones de video y voz.	x	x			
Banco de pruebas ópticas: Servicio de transmisión de fibra óptica oscura.					x
Transmisión de Eventos (streaming): transmisión de conferencias, seminarios, o documentos audiovisuales en directo.	x				

Servicios	RENATA	RNP	CANARIE	REDIRIS	JGN2 PLUS
Oficina Virtual: permite la realización de reuniones, trabajar en colaboración, compartir documentos, desarrollar ideas a través de la pizarra electrónica, dialogar, hacer encuestas y transmitir archivos de audio y vídeo.	x				

Una parte muy importante de la infraestructura de las redes, son los equipos que se utilizan para la interconexión WAN y el enrutamiento; en la tabla 7 se observan las NREN con los equipos utilizados para la conexión de la red y sus características, de los cuales sobresalen dos proveedores internacionales catalogados como unos de los que poseen las mejores tecnologías de uso mundial: Cisco y Juniper, se puede apreciar en la tabla, que en Renata se utiliza equipos Cisco y en la demás redes equipos Juniper. En la actualidad se está realizando una conferencia TNC (*Terena Networking Conference*) por medio de TERENA (*Trans-European Research and Education Networking Association*) (2010) donde se asegura que Juniper ya tiene dispositivos de comunicación que transmiten a 100 Giga Ethernet.

Tabla 7. Equipos utilizados en las redes académicas (Construida a partir de Cisco (2010a), Cisco (2010b), Juniper (2010a), Juniper (2010b), Juniper (2010c), Juniper (2010d), Juniper (2010e), Juniper (2010f))

NREN	Equipos	Rendimiento	Velocidad transmisión	Características Generales
RENATA (Colombia)	Router Cisco 7606	480 Gbps	240 Mpps	-IP / MPLS (Multiprotocol Label Switching) -video IP y triple-play (voz, vídeo y datos)
	Router Cisco 7206	1.8 Gbps	2 Mpps	-IP y ATM QoS/class of service (CoS) -MPLS y VPN (Virtual Private Network) -Servicios de seguridad: NAT (Network Address Translation), ACL (Access Control List) -Encriptación de hardware para VPN -Firewall -Multicast -IPv6
RNP (Brasil)	Router Juniper Serie M	Desde 10 Gbps hasta 320 Gbps	Desde 16 Mpps hasta 385 Mpps	-VPN -Seguridad basada en red -Voz y video en tiempo real -Ancho de banda por demanda -Multicast -QoS -IPv6 -MPLS -VLAN

NREN	Equipos	Rendimiento	Velocidad transmisión	Características Generales
CANARIE (Canadá)	Router Juniper Serie MX	120 Gbps por slot	Desde 65 Mpps hasta 1.98 Bpps	-MPLS Fast ReRoute -VPLS (Virtual private LAN service) multihoming -QoS -Multicast -IP/MPLS -VPN
	Router Juniper Serie M10i	16 Gbps	16 Mpps	-IPv6 -Multicast -MPLS -VLAN
REDIRIS (España)	Router Juniper Serie M320	320 Gbps	385 Mpps	-QoS -MPLS -VLAN -IPv6 -Multicast -VPN
	Router Juniper Serie M120	120 Gbps	90 Mpps	-MPLS -VPN -VLAN -IPv6 -Multicast
	Router Juniper Serie M40e	51.2 Gbps	40 Mpps	-MPLS -VPN -VLAN -IPv6 -Multicast
TEIN3 (Asia- Pacífico)	Router Juniper Serie M	Desde 10 Gbps hasta 320 Gbps	Desde 16 Mpps hasta 385 Mpps	-VPN -Seguridad basada en red -Voz y video en tiempo real -Ancho de banda por demanda
				-Multicast -QoS -IPv6 -MPLS -VLAN

5. Conclusiones

- América Latina cuenta con una red de infraestructura avanzada desde hace 10 años, un suceso inimaginable para la población latinoamericana, debido a que hoy en día forma una plataforma tecnológica de última generación, permitiendo la conectividad con anchos de banda a velocidades más rápidas y no disponibles en las redes comerciales, esto le permite a los académicos, científicos e investigadores comunicarse y aprender de sus homólogos extranjeros permitiendo contribuir con el desarrollo y la investigación en la región.

- Las redes Académicas en Latinoamérica no son muy utilizadas debido a la poca difusión de su existencia, de los beneficios de utilizarla y de los eventos que se realizan, además los presupuestos de las universidades para la investigación son bajos, lo cual causa un menor tráfico. Para resolver estos inconvenientes, se debe dar más difusión, capacitación general y se podrían instalar nuevos servicios en la RedCLARA utilizando software libre y exigir a las universidades y al estado que inviertan más dinero en investigación y desarrollo.
- Las redes independientemente de su tamaño y ancho de banda, normalmente utilizan el 15% o menos en el promedio de tráfico y el tráfico promedio pico oscila entre el 40% y el 70% como se puede apreciar en las estadísticas de tráfico de cada red académica analizada incluida en el documento. Las redes que estén por debajo de estos promedios significan que están subutilizando la red o requieren menos ancho de banda y los que estén por encima requieren un ancho de banda mayor.
- En los países desarrollados se fomenta la innovación en la investigación y el desarrollo, puesto que tienen empresas privadas que son fabricantes y operadores de tecnología, es por ello que las redes académicas avanzadas de estos países tienen la participación de estas empresas, siendo socios activos y apoyando estas iniciativas, mientras que en América Latina no existe un socio similar que impulse el crecimiento y la financiación de este tipo de actividades tan importantes para la comunidad científica, es por eso que se debe impulsar más la conexión a estas redes, grandes presupuestos y a proyectos de investigación, para que en futuro próximo se esté trabajando en iguales condiciones académicas, tecnológicas y científicas.

Bibliografía

- ALTAMIRANO, Tania; LÓPEZ, María José; PÉREZ, Ixchel; URIBE, Verónica y VICTAL, Renata (2010). RedCLARA. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=308>. [Fecha de consulta: 14/04/2010].
- APAN (2010). Asia-Pacific Advanced Network. [en línea]. Singapore: APAN Central Secretariat. <<http://www.apan.net/home/aboutapan/APAN.php>>. [Fecha de consulta: 11/03/2010].
- ARANDÚ (s.f.). Qué es Arandú. [en línea]. Asunción (Paraguay): ARANDÚ. <<http://www.arandu.net.py/cms/index.php>>. [Fecha de consulta: 12/04/2010].
- BEDOYA, Dago Hernando; DUQUE, Eduardo y FLÉTSCHER, Luis Alejandro (2007). Construcción de una red académica de alta velocidad la experiencia radar. En: Scientia et Technica, Vol. 13, No 35 (Agosto, 2007). Pereira (Colombia): Universidad Tecnológica de Pereira. p. 1-6.
- CABEZAS BULLEMORE, Alberto y BRAVO MARCHANT, María Soledad (2010). Libro Blanco Redes avanzadas en América Latina: Infraestructuras para el desarrollo regional en ciencia, tecnología e innovación. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=214>. [Fecha de consulta: 01/04/2010].
- CANARIE (2010a). CANARIE About Us. [en línea]. Toronto (Canada): CANARIE. <<http://www.canarie.ca/en/about/aboutus>>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- CANARIE (2010b). Traffic Load. [en línea]. Toronto (Canada): CANARIE. <<http://ackbar.canet4.net/weathermap/canarie.html>>. [Fecha de consulta: 28/04/2010].
- CANARIE (2010c). CANARIE – Policies & Services. [en línea]. Toronto (Canada): CANARIE. <<http://www.canarie.ca/en/network/policies/network-policies>>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- CEDIA (2009). Historia. [en línea]. Cuenca (Ecuador): CEDIA. <http://www.cedia.org.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=1&limit=1&limitstart=1>. [Fecha de consulta: 11/04/2010].
- CISCO (2010a). Cisco 7606 Chassis. [en línea].: California (USA): CISCO. <http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps368/ps371/product_data_sheet09186a0080088773_ps368_Products_Data_Sheet.html>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- CISCO (2010b). Cisco 7206 Series Router Overview. [en línea]. California (USA): CISCO. <http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps341/product_data_sheet09186a008008872b.html>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- CUDI (s.f.). Acerca de CUDI. [en línea]. México D. F (México): Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, CUDI. <<http://www.cudi.edu.mx/antecedentes/antece.html>>. [Fecha de consulta: 12/04/2010].
- DANTE (2009). Global connectivity. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://global.dante.net/server/show/nav.1406>>. [Fecha de consulta: 30/03/2010].
- DANTE (s.f.a). About DANTE. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE <<http://www.dante.net/server/show/nav.13>>. [Fecha de consulta: 08/03/2010].
- DANTE (s.f.b). About CLARA. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://alice.dante.net/server/show/conWebDoc.1165>>. [Fecha de consulta: 30/03/2010].
- DE MIGUEL, Tomás (2007). Las redes académicas en España. [en línea]. Artículos de la sociedad de la información. Madrid (España): Fundación Telefónica. <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/DYC/SHI/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2009100116300149&activo=4.do?elem=3890>. [Fecha de consulta: 17/03/2010].
- GÉANT2 (s.f.a). GÉANT2 Topology. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://www.geant2.net/server/show/nav.941>>. [Fecha de consulta: 08/03/2010].
- GÉANT2 (s.f.b). The GÉANT2 Network. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://www.geant2.net/server/show/nav.740>>. [Fecha de consulta: 04/03/2010].

- INNOVARED (2010). Bienvenidos al portal de las redes avanzadas. [en línea]. Buenos Aires (Argentina): INNOVARED <<http://www.innova-red.net>>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- INTERNET2 (2010a). About Us. [en línea]. Washington (USA): INTERNET2. <<http://www.internet2.edu/about/>>. [Fecha de consulta: 01/03/2010].
- INTERNET2 (2010b). Internet2 Network. [en línea]. Washington (USA): INTERNET2. <<http://www.internet2.edu/network/>>. [Fecha de consulta: 01/03/2010].
- INTERNET2 (2010c). Map of Internet2 Network Connectors. [en línea]. Washington (USA): INTERNET2. <<http://www.internet2.edu/connectors/>>. [Fecha de consulta: 03/03/2010].
- JGN2PLUS (2010a). Overview on JGN2PLUS. [en línea]. Tokyo (Japan): National Institute of Information and Communications Technology, NICT. <http://www.jgn.nict.go.jp/english/about_us/index.html>. [Fecha de consulta: 18/03/2010].
- JGN2PLUS (2010b). Advanced Testbed Network for R&D. [en línea]. Tokyo (Japan): National Institute of Information and Communications Technology, NICT <<https://www.jgn2plus.jp/jp/>>. [Fecha de consulta: 28/04/2010].
- JGN2PLUS (2010c). Overview of JGN2PLUS Network. [en línea]. Tokyo (Japan): National Institute of Information and Communications Technology, NICT <http://www.jgn.nict.go.jp/english/about_us/nw.html>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- JGN2PLUS (2010d). Current Status of Research Projects. [en línea]. Tokyo (Japan): National Institute of Information and Communications Technology, NICT <<http://www.jgn.nict.go.jp/english/utilization/user/project.html>>. [Fecha de consulta: 23/04/2010].
- JGN2PLUS (2010e). Network Services. [en línea]. Tokyo (Japan): National Institute of Information and Communications Technology, NICT <http://www.jgn.nict.go.jp/english/about_us/service.html>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- JORDÁN, Wilfredo (2004). REDCyT lanza Internet2. [en línea]. Ciudad de Panamá (Panamá): La Prensa. <<http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2004/08/31/hoy/negocios/20025.html>>. [Fecha de consulta: 13/04/2010].
- JUNIPER (2010a). M Series Multiservice Edge Routers [en línea]. California USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/m-series/#literature>>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- JUNIPER (2010b). MX Series Ethernet Services Routers [en línea]. California (USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/mx-series/#literature>>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- JUNIPER (2010c). M10I Multiservice Edge Router [en línea]. California (USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/m-series/m10i/#literature>>. [Fecha de consulta: 13/05/2010].
- JUNIPER (2010d). M320 Multiservice Edge Router [en línea]. California (USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/m-series/m320/#literature>>. [Fecha de consulta: 13/05/2010].
- JUNIPER (2010e). M120 Multiservice Edge Router [en línea]. California (USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/m-series/m120/#literature>>. [Fecha de consulta: 14/05/2010].
- JUNIPER (2010f). M40e Multiservice Edge Router [en línea]. California (USA): JUNIPER. <<http://www.juniper.net/us/en/products-services/routing/m-series/m40e/#literature>>. [Fecha de consulta: 14/05/2010].
- LÓPEZ POURAILLY, María José (2005). CR2NET Concretó su conexión a RedCLARA. DeCLARA. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <www.redclara.net/doc/DeCLARA/DeCLARA_sp_04.pdf>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- MORALDO NETWORKS (2010). Diccionario de términos informáticos y de internet. [en línea]. Buenos Aires (Argentina): Moraldo Networks. <http://www.moraldonetworks.com.ar/info/reference/glossary_r.htm>. [Fecha de consulta: 06/03/2010].
- RAAP (s.f.). Características. [en línea]. Lima (Perú): Red Académica Peruana, RAAP. <<http://www.raap.org.pe/redraap.html>>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- RAGIE (s.f.). Acerca de RAGIE. [en línea]. Ciudad de Guatemala (Guatemala): Red Avanzada Guatemala para la Investigación y Educación, RAGIE. <http://www.ragie.org.gt/?page_id=2>. [Fecha de consulta: 11/04/2010].

- RAICES (s.f.). ¿Quiénes somos?. [en línea]. La Libertad (El Salvador): Red Nacional de Investigación y Educación de El Salvador, RAICES. <<http://www.raices.org.sv/iquienes-somos.html>>. [Fecha de consulta: 11/04/2010].
- RAMÍREZ VIDAL, José Antonio (2009). Redes académicas de educación e investigación. [en línea]. México (México): Academia de Ingeniería. <<http://www.ai.org.mx/archivos/coloquios/7/Redes%20Academicas%20de%20Educacion%20e%20Investigacion.pdf>>. [Fecha de consulta: 03/03/2010].
- RANGEL, Lía (2010). RED CLARA. [en línea]. Brasilia (Brasil): Rede Cultura Digital. <<http://culturadigital.br/redeclara/que-es/>>. [Fecha de consulta: 16/04/2010].
- RAU (2002). Introducción a la RAU [en línea]. Montevideo (Uruguay): Red Académica Uruguay, RAU. <<http://www.rau.edu.uy/rau/intro.htm>>. [Fecha de consulta: 11/04/2010].
- RAU (2003). ALICE. [en línea]. Montevideo (Uruguay): Red Académica Uruguay, RAU.. <<http://www.rau.edu.uy/redavanzada/Alice.htm>>. [Fecha de consulta: 14/04/2010].
- REACCIUM (2007). Plataforma tecnológica de la Red Académica Nacional REACCIUM. [en línea]. Caracas (Venezuela): REACCIUM. <http://www2.reacciu.ve/reacciuncms/noticia_2332_1.html>. [Fecha de consulta: 13/04/2010].
- REDCLARA (2008). Descripción técnica. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=237>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- REDCLARA (2010). Topología de RedCLARA. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=51&Itemid=236>. [Fecha de consulta: 09/04/2010].
- REDCLARA (s.f.a). RedCLARA. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=235>. [Fecha de consulta: 07/04/2010].
- REDCLARA (s.f.b). e-CienciAL. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=259>. [Fecha de consulta: 22/04/2010].
- REDCLARA (s.f.c). GLOBAL - Global Linkage Over Broadband Links. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): CLARA. <http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=265>. [Fecha de consulta: 22/04/2010].
- RedIRIS (2009a). Historia. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <<http://www.rediris.es/rediris/historia/>>. [Fecha de consulta: 12/05/2010].
- RedIRIS (2009b). Mapa de la Infraestructura de red. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <<http://www.rediris.es/lared/mapa.html>>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- RedIRIS (2009c). Federica. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <<http://www.rediris.es/proyectos/federica/index.html.es>>. [Fecha de consulta: 20/04/2010].
- RedIRIS (2009d). Lista de servicios. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <<http://www.rediris.es/servicios/ls-alfabetico.html.es>>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- RedIRIS (2010b). GN3. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <www.rediris.es/proyectos/gn3/index.html.es>. [Fecha de consulta: 20/04/2010].
- RedIRIS. (2010a). Herramientas de conectividad. [en línea]. Madrid (España): RedIRIS. <<http://www.rediris.es/servicios/conectividad/herramientas.html>>. [Fecha de consulta: 08/04/2010].
- RENATA (2008a). Que son las redes de tecnología avanzada. [en línea]. Bogotá (Colombia): RENATA. <<http://www.renata.edu.co/index.php/quienes-somos-identidad-y-objetivos-de-renata.html?start=4>>. [Fecha de consulta: 10/03/2010].
- RENATA (2008b). Red transparente – Antecedentes y objetivos. [en línea]. Bogotá (Colombia): RENATA. <<http://www.renata.edu.co/index.php/quienes-somos-identidad-y-objetivos-de-renata.html?start=4>>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- RENATA (2008c). Infraestructura. [en línea]. Bogotá (Colombia): RENATA. <<http://www.renata.edu.co/index.php/infraestructura.html>>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- RENATA (2010). Monitoreo red internacional (CLARA). [en línea]. Bogotá (Colombia): RENATA. <<http://www.renata.edu.co/index.php/monitoreo-red-internacional-clara.html>>. [Fecha de consulta: 28/04/2010].

- RENATA (s.f.a). Información de proyectos (e-ciencia varios). [en línea]. Bogotá (Colombia): RENATA. <<http://www.renata.edu.co/index.php/proyectos-e-ciencia/222-informacion-de-proyectos.html>>. [Fecha de consulta: 22/04/2010].
- RENATA (s.f.b). Servicios. [en línea]. Bogotá: RENATA (Colombia). <<http://www.renata.edu.co/>>. [Fecha de consulta: 15/05/2010].
- RENIA (2010). Introducción Renia. [en línea]. Managua (Nicaragua): RENIA. <http://www.renia.net.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=59>. [Fecha de consulta: 12/04/2010].
- REUNA (s.f.). G-REUNA. [en línea]. Santiago de Chile (Chile): REUNA. <<http://www.reuna.cl/joomla/index.php/es/red/g-reuna>>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- RNP (2006). Proyecto Giga. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/es/pd/giga.html>>. [Fecha de consulta: 20/04/2010].
- RNP (2007a). Mapa del backbone. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/es/backbone/index.php>>. [Fecha de consulta: 09/05/2010].
- RNP (2007b). Planet Lab en la RNP. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/es/pd/planetlab.html>>. [Fecha de consulta: 20/04/2010].
- RNP (2009). RedelP. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/ipe/>>. [Fecha de consulta: 10/04/2010].
- RNP (2010a). Panorama del tráfico. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/es/transito/panorama.php>>. [Fecha de consulta: 28/04/2010].
- RNP (2010b). Servicios. [en línea]. Botafogo (Rio de Janeiro, Brasil): Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP. <<http://www.rnp.br/servicos/>>. [Fecha de consulta: 15/05/2010].
- TEIN2 (s.f.). The TEIN2 Project. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://www.tein2.net/server/show/nav.621>>. [Fecha de consulta: 15/03/2010].
- TEIN3 (2010). The TEIN3 Network. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://www.tein3.net/server/show/nav.2194>>. [Fecha de consulta: 15/03/2010].
- TEIN3 (s.f.). The TEIN3 Project. [en línea]. Cambridge (UK): Delivery of Advanced Network Technology to Europe, DANTE. <<http://www.tein3.net/server/show/nav.2195>>. [Fecha de consulta: 15/03/2010].
- TERENA (2010). The New Network. [en línea]. Amsterdam (Netherlands): TERENA. <http://tnc2010.terena.org/schedule/presentations/show.php?pres_id=3>. [Fecha de consulta: 03/06/2010].