

REDES ACADÉMICAS AVANZADAS: CASO EN EL PERÚ

ADVANCE ACADEMY NET: CASE AT PERUVIAN

María Elena Ruiz Rivera*, Daniel Díaz Ataucuri**

RESUMEN A mediados de la década de los 90 los investigadores coincidieron en la necesidad de disponer de una red de telecomunicaciones que soporte sólo tráfico generado por las universidades y centros de investigación. El objetivo de esta red, denominada Red Nacional de Investigación y Educación (**NREN**, *National Research and Education Network*), es permitir el intercambio de los resultados de las investigaciones, coordinar nuevas experiencias, capacitar en tiempo real, recopilar información de gran capacidad en tiempo real, entre otros.

Hoy, no solamente existen implementadas NREN en los países generadores de conocimiento, sino que todas estas redes están interconectadas a través de redes regionales, como es el caso de Europa con su red GEANT, Asia con su red APAN y recientemente Latinoamérica con su red CLARA.

En el Perú, desde inicios de 2003 en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) y con la participación de cinco universidades y dos centros de investigación, se propuso la implementación de una NREN con el objetivo de interconectar las universidades y los centros de investigación del Perú, y estos con las otras NREN ya implementadas en el mundo. Este reto ha sido cumplido en abril de 2005 cuando la NREN del Perú conocida como *Red Académica Peruana-RAAP*, se interconectó con la Red Latinoamericana CLARA.

Palabras clave: Recursos Tecnológicos, TI, Red, CLARA.

ABSTRACT In the middle of the decade of 90 the investigators coincided with the need to have a net of telecommunications that supports only traffic generated by the universities and centers of investigation. The lens of this net, National Net called of Investigation and Education (NREN, National Research and Education Network), is to allow the interchange of the results of the investigations, to coordinate new experiences, to qualify in royal time, to compile information of great capacity in royal time, between others.

Today, not only implemented NREN exists in the generating countries of knowledge, but all these nets are interconnected across regional nets, since it is Europa's case with it's net GEANT, Asia with it's net APAN and recently Latin America with it's CLEAR net.

In the Peru, from beginning of 2003 in coordination with the National Council of Science and Tecnology and with the participation of five universities and two centers of investigation, the implementation of a NREN proposed with the lens to interconnect the universities and the centers of investigation of the Peru, and these with other NREN already implemented in the world. This challenge has been fulfilled in April, 2005 when the NREN of the Peru known as Academic Net Peruvian, it was interconnected with the Latin-American CLEAR Net.

Keywords: Technological resources, IT, Net, CLARA.

* Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática (FISI).
E-mail: merruri@hotmail.com

** Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) Facultad de Ingeniería Electrónica.
E-mail: ddiaz@inictel.gob.pe

1. INTRODUCCIÓN

Las redes académicas y de investigación han sido importantes en el desarrollo de Internet, al menos en determinadas fases. Cuando se empezó a utilizar la expresión Red Nacional de Investigación y Educación [1], esta se refería principalmente a los Estados Unidos de Norteamérica, hoy en día esta expresión es utilizada para asociar una red académica implementada en otros países. Estas redes han influenciado en el desarrollo integral de la sociedad. Efectivamente, desde fines del siglo XX, la sociedad empezó a experimentar nuevos paradigmas: la información y el conocimiento. La base de esta sociedad no solamente se cimienta en las riquezas materiales que la sociedad pueda poseer, sino en la información y conocimiento que dispone. Más aún, hoy en día lo que está diferenciando una sociedad de otra es la generación de conocimiento, una sociedad no sólo debe consumir información y conocimiento, sino también generar conocimiento. Para que la sociedad pueda enfrentar a estos paradigmas, debe disponer de la tecnología que haga posible acceder a la información y conocimiento de manera rápida, segura y económica. Esta tecnología en telecomunicaciones es Internet de banda ancha. Es aquí donde se relacionan las NREN con el desarrollo integral de una sociedad en los aspectos económicos, de salud, seguridad y educación.

Para fines del siglo pasado, países como Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Argentina y Chile en América, y regiones como Europa y Asia, contaban con redes dedicadas a la investigación, educación y desarrollo. Hasta el primer trimestre de 2002 no existía un proyecto concreto para implementar una red regional dedicada a la investigación y educación latinoamericana (denominada también como red académica avanzada). A inicios de 2002 la Unión Europea, dentro del programa @LIS [2], lanza la iniciativa de implementar una red regional en Latinoamérica. Es así que a través de GEANT y DANTE¹ en junio de 2002 se convocó a una primera reunión con los representantes de los países de Latinoamérica en la Universidad Castilla la Mancha en la ciudad de Toledo-España, donde se da a conocer los objetivos de formar una red regional de I+D, dentro del proyecto de prefactibilidad CAESAR. Este estudio da origen meses más tarde al proyecto ALICE² (América Latina Interconectada con Europa) para la implementación de una red de investigación basada en IP y a la formación en junio de 2003 de la asociación civil *Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas-CLARA*³ como la asociación que administrará la red académica avanzada regional, denominada también CLARA.

El inicio del proyecto ALICE impulsó en cada uno de los países de Latinoamérica la formación de NREN. En el caso del Perú, fue incluso antes de iniciar formalmente el proyecto ALICE que se reunieron las máximas autoridades de las universidades peruanas y de los centros de investigación para ver la factibilidad de iniciar un proyecto que tenga como objetivo implementar una red de investigación y educación en el Perú, con el apoyo directo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYTEC. Es así como en abril de 2003 se formó la Red Académica Peruana-RAAP, asociación sin fines de lucro que tiene como objetivo impulsar la I+D en el Perú a través de la Red de Investigación y Educación, llamada también Red RAAP.

La red CLARA fue inaugurada en noviembre de 2004, conectando Sao Paulo con la red Europea GEANT a través del nodo en Madrid: La red RAAP estableció conexión desde el nodo en Lima con la red CLARA a través del nodo en Chile en la primera semana de abril de 2005. En el presente artículo se detallan aspectos técnicos de la implementación de la NREN peruana RAAP y sus primeros retos en el campo de I+D en el Perú.

2. POR QUÉ UNA NUEVA RED DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN NACIONAL

Una Red Nacional de Investigación y Educación-NREN tiene como objetivo interconectar las universidades y centros de investigación para transportar tráfico académico, utilizando el protocolo IP; es decir, por esta red no debe transitar tráfico comercial. Las NREN deben soportar el protocolo IPv4 en su fase inicial para mantener la compatibilidad con otras redes y con las aplicaciones actuales utilizadas en las investigaciones y el protocolo IPv6 en su fase final, conviniendo en esta última fase IPv4/IPv6.

Existen varias razones para migrar hacia una red IP de uso exclusivo a I+D. Una de ellas es que la Internet actual es una red comercial donde es difícil distinguir el tráfico comercial del tráfico académico. Esto se agrava cuando se tiene en cuenta que el tráfico generado por las aplicaciones de I+D son de tiempo real y requieren grandes ancho de banda. Otra razón es que las aplicaciones de I+D requieren adecuada QoS (Quality Service), buena seguridad, autenticación, movilidad IP, más direcciones IP, entre otros. Para este tipo de aplicaciones de I+D, el protocolo IPv4 no ofrece un adecuado rendimiento, por eso es necesario el uso del protocolo IPv6. El otro aspecto es la necesidad de disponer de una mayor cantidad de direcciones IP para atender a los nuevos servicios.

En resumen, es necesario una propia red para I+D basado en el protocolo IP porque las aplicaciones de I+D generan grandes tráficos a la red y son de tiempo real, necesitando adecuados protocolos y nuevas arquitecturas de red para transformar la Internet en una red de banda ancha con adecuada QoS.

3. LA GEANT EN EUROPA

GEANT es la red académica avanzada regional cofinanciada por la Comisión Europa y las NREN de Europa. Dispone de una red con enlaces del orden de los 10 Gbps y a la fecha está proyectándose la red GEANT2. Esta red regional ha impulsado la implementación de la red académica avanzada en Latinoamérica CLARA. <http://www.geant2.net>

3.1 La RedIRIS (Red de Interconexión de los Recursos Informáticos)

El Plan Nacional de Investigación y Desarrollo [10] puso en marcha un programa horizontal especial –IRIS– para la Interconexión de los Recursos Informáticos de las universidades y centros de investigación, y desde su inicio hasta finales de 1993 la gestión del Programa IRIS corrió a cargo de Fundesco. Cuando se considera finalizada una etapa de promoción y lanzamiento, IRIS se transforma en lo que es actualmente RedIRIS.

RedIRIS es una red financiada por el Plan Nacional de I+D+I (Investigación + Desarrollo + Innovación), con sus orígenes en 1988, y que proporciona servicios de comunicaciones a universidades y centros de investigación. La gestión se realiza por encargo de la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) desde el Centro de Comunicaciones CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). En la actualidad es considerada por la Oficina de Ciencia y Tecnología de Presidencia de Gobierno, quien realiza su coordinación, como una Gran Instalación Científico - técnica de carácter estatal.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas cuenta con dos centros informáticos que cubren las necesidades de cálculo, informática corporativa e interconexión del CSIC:

El Centro de Comunicaciones CSIC-Red IRIS (REDIRIS)

RedIRIS: es la red académica y de investigación nacional patrocinada por el Plan Nacional de I+D que, desde enero de 1994, es gestionada por el CSIC.

El Centro Técnico de Informática (CTI)

Facilita al personal del CSIC el acceso a los equipos y servicios instalados en el CTI y coordina e integra las diferentes LAN existentes en el organismo.

Colabora, asesora y brinda asistencia técnica a los grupos de investigación del CSIC en el proceso de resolución de sus problemas de cálculo científico.

Controla y gestiona la información corporativa; gestión administrativa y gestión de la investigación.

RedIRIS ofrece a las instituciones afiliadas una gran capacidad de transmisión de datos y servicios avanzados de comunicaciones para sus actividades de I+D+I, proporcionando conectividad a las redes internacionales de investigación (la europea GEANT, la norteamericana Internet2...).

RedIRIS en la actualidad cuenta con unas 250 instituciones afiliadas, principalmente universidades y organismos públicos de investigación, que llegan a formar parte de esta comunidad mediante la firma de un acuerdo de afiliación.

El uso de RedIRIS deberá:

- Ser consecuente con los propósitos y fines de la red del Plan Nacional de I+D+I.
- Evitar la interrupción de los servicios de red o de los equipos que forman la infraestructura de red de RedIRIS.
- Evitar la interrupción del trabajo de otros usuarios de RedIRIS.
- Respetar las leyes vigentes en el Estado español y las directivas de la Unión Europea.

Infraestructura

La infraestructura de red de RedIRIS se basa en una topología radial, con un nodo por comunidad autónoma con centro en Madrid, y que emplea circuitos ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) con velocidades de 34-155 Mbps, con caudales asimétricos entre 2 y 8 Mbps, desarrollada por un convenio existente entre CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) y Telefónica.

Para las conexiones externas, la red dispone de un enlace de 22 Mbps con el proyecto TEN-34, de troncales de 34 Mbps, por donde se establece una comunicación de alta velocidad con las redes académicas europeas.

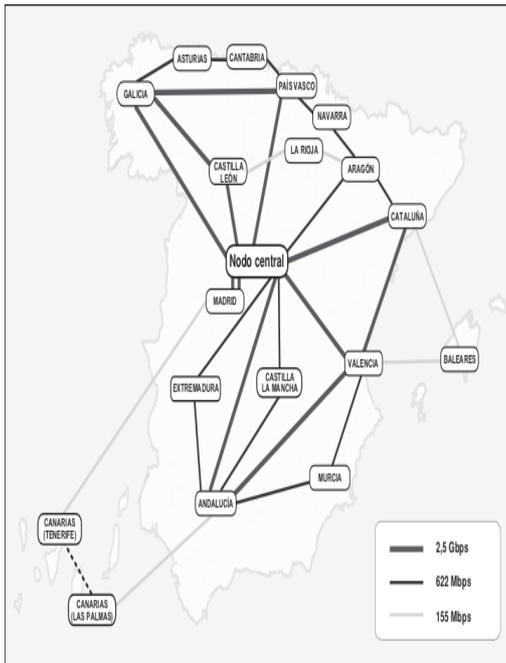


Figura 1. Red de Interconexión de los Recursos Informáticos (RedIRIS).

Estado	Cantidad
Andalucía	64
Aragón	07
Asturias	08
Baleares	06
Canarias	06
Cataluña	57
Castilla y León	17
Castilla la Mancha	03
Cantabria	04
Extremadura	01
Galicia	12
La Rioja	03
Madrid	85
Murcia	06
Navarra	03
País Vasco	10
Total	342

Tabla 1. Universidades, institutos y centros de investigación conectados a la RedIRIS.

Con la Internet comercial española la conexión a Espanix se realiza mediante una línea de 34 Mbps con Ibrnet en modo ATM, aunque en estos momentos se haya programado un circuito de 9.2 Mbps (ATM), que se aumentará según las necesidades.

La conexión con el resto de Internet es mediante una conexión a USA de 8 Mbps, con un elevado grado de saturación dada la alta concentración de tráfico generado por toda la red. También se dispone de conexión con RICO (Red Informática de Centros Oficiales).

Conectividad con otras redes de investigación

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

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

Conectividad global comercial

Para el tráfico con la Internet Global se dispone de dos conexiones STM-4 a través de Telia y Global Crossing.

A nivel nacional, RedIRIS ha respaldado y participado en la creación, a principios de 1997, de un punto neutro de interconexión para el intercambio de tráfico IP entre los proveedores de tránsito internacional a Internet existentes en España (EspaNIX).

Desde enero de 2002, RedIRIS se conecta a este punto neutro, con dos enlaces GigabitEthernet.

Desde principios de 1996 está operativa una conexión entre RedIRIS y NURIA (Red de Telefónica-Data), que permite el intercambio directo de tráfico IP entre las redes conectadas por ambos proveedores. En estos momentos la capacidad de esta conexión es de 155 Mbps a través de una conexión POS.

4. LAS NREN EN LATINOAMERICA

4.1 Las primeras NREN en Latinoamérica

Hasta marzo de 2005, hablar de las NREN operativas en Latinoamérica era sólo mencionar a México, Brasil, Chile y Argentina. **México** dispone de su NREN denominada CUDI [3] (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet) con enlaces que llegan a 155 Mbps. Su backbone recorre todo el territorio mexicano interconectándolo con la NREN Abilene de Estados Unidos de Norteamérica y a la red regional CLARA. Soporta los protocolos IPv6, multicast, H.323, MPLS, entre otros. **Brasil** cuenta con su NREN denominada RNP[4] (Red Nacional de Pesquisa) desde

En lo que respecta al segmento de red que conecta la red RAAP con la red CLARA esto se realiza a través del PoP de CLARA en Chile con un enlace de 45 Mbps. La cabecera de la red RAAP es un router CISCO 7204 con una interfaz T3 hacia el PoP de CLARA en Chile y una interfaz dual FE (100 Mbps) hacia la NREN peruana.

5. RED ACADÉMICA PERUANA: La nueva NREN en Latinoamérica

La red RAAP es una red que tiene como objetivo transportar tráfico académico proveniente de las universidades, centros de investigación e instituciones diversas que realicen actividades de investigación conjuntamente con las dos primeras entidades indicadas anteriormente. Para cumplir con este objetivo, esta NREN estableció un convenio con Telefónica del Perú⁵ para que interconecte en una primera fase a cinco (05) universidades: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Particular Cayetano Heredia y la Universidad Nacional Agraria La Molina, y dos (02) centros de investigaciones: Instituto Peruano de Energía Nuclear y el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones. Todas estas universidades y centros de investigación se encuentran ubicadas en la ciudad de Lima-Perú. En una segunda etapa, por iniciarse, se ampliará la zona de interconexión de la red RAAP al interior del país.

El 29 de septiembre de 2005, ante la presencia de la comunidad académica nacional, el Presidente Ejecutivo de la red CLARA Nelson Simoes y de las empresas relacionadas con las telecomunicaciones como Telefónica y CISCO, se inauguró en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú la Red Académica Peruana-RAAP.

En esta ceremonia asistieron remotamente los representantes de las redes académicas de México, Venezuela y Brasil, así como el INICTEL y el Centro Internacional de la Papa-CIP. Estas conexiones se

realizaron a través de RAAP, validando una de las facilidades que empieza a ofrecer esta red, la integración con las demás redes de I+D.

5.1. Tecnología utilizada en la red RAAP

La red RAAP utiliza la tecnología MPLS (Multiprotocol Label Switching) definida en [9]. Esta arquitectura de red define una *backbone* con routers MPLS en su interior denominados routers P (Provider) y routers de frontera MPLS denominados routers PE (Provider Edge). Los routers de frontera son los responsables de realizar un análisis multicampo al paquete IP que proviene de la red externa a la red MPLS, asignando una etiqueta denominado FEC (Forwarding Equivalence Class) para ser enviado a través de la interfaz adecuada al router P en la backbone. Para eso hace uso de una tabla de conmutación creada previamente a través de los protocolos de señalización en el router PE de entrada. En la figura 5 se ilustra la arquitectura de una red MPLS.

Un paquete IP etiquetado en el router PE de entrada, es recibido en la backbone por los routers P donde la decisión de conmutación es realizada sólo analizando la etiqueta y teniendo en cuenta la tabla que estos routers P disponen con antelación. Este proceso de análisis de la etiqueta en lugar del análisis de la cabecera íntegra del protocolo IP (denominado proceso de enrutamiento) hace que esta red sea más veloz, ofrezca la posibilidad de crear VPN, dar mejores prestaciones de seguridad, ingeniería de tráfico y ofrecer adecuada QoS (Quality of Service).

5.2. Topología de la red RAAP

Las instituciones miembros de la RAAP se conectan a la red RAAP a través del router CISCO 3725. Estos routers disponen de una tarjeta FastEthernet (100 Mbps) para conectar la LAN a la red RAAP, aunque en esta primera fase se tiene habilitado 2 Mbps. En cada una de las instituciones se tiene acceso óptico a la red MPLS ofreciendo un crecimiento de ancho de banda mayor.

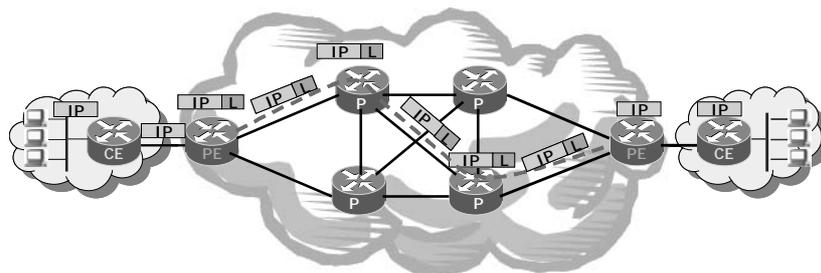


Figura 5. Arquitectura de la red MPLS.

En la figura 6 se muestra la topología de la red RAAP y en la figura 7 el terminal óptico en cada red LAN.

Un paquete IP etiquetado en el router PE de entrada, es recibido en la backbone por los routers P donde la decisión de conmutación es realizada sólo analizando la etiqueta y teniendo en cuenta la tabla que estos routers P disponen con antelación. Este proceso de análisis de la etiqueta en lugar del análisis de la cabecera integra del protocolo IP (denominado proceso de enrutamiento) hace que esta red sea más veloz, ofrezca la posibilidad de crear VPN, dar mejores prestaciones de seguridad, ingeniería de tráfico y ofrecer adecuada QoS (Quality of Service).

5.3. Topología de la red RAAP

Las instituciones miembros de la RAAP se conectan a la red RAAP a través del router CISCO 3725. Estos routers disponen de una tarjeta FastEthernet (100 Mbps) para conectar la LAN a la red RAAP, aunque en esta primera fase se tiene habilitado 2 Mbps. En cada una de las instituciones se tiene acceso óptico a la red MPLS ofreciendo un crecimiento de ancho de banda mayor. En la figura 6 se muestra la topología de la red RAAP y en la figura 7 el terminal óptico en cada red LAN.

La red RAAP tiene acceso a la Red Latinoamericana CLARA a través de un router cabecera CISCO 7204 ubicado físicamente en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP. Este router dispone hacia la red RAAP una tarjeta Dual FE (100 Mbps), una de cuyas interfaces va conectada al router PE de la red MPLS de Telefónica y la otra interfaz a la LAN de la PUCP. Hacia la red CLARA, este router dispone de una interfaz T3 (45 Mbps) que va conectada al PoP de CLARA en Chile, a través



Figura 7. Conexión óptica en cada red LAN.

de la conexión que ofrece Global Crossing (GC). En la figura 8 se ilustra la ubicación de este router cabecera.

El 07 de abril de 2005 se instaló el router cabecera en la PUCP y se realizaron pruebas satisfactorias de conectividad hacia el PoP de CLARA en Chile. El 20 de abril de 2005 se activó el protocolo BGP (Border Gateway Protocol) en el router cabecera de la RAAP asignando un número autónomo (AS) entregado por Telefónica del Perú. Se activaron las interfaces lógicas *Loopback*, para probar la conectividad hacia los PoP de CLARA ubicados en Argentina, Brasil y México, esta fue también satisfactoria.

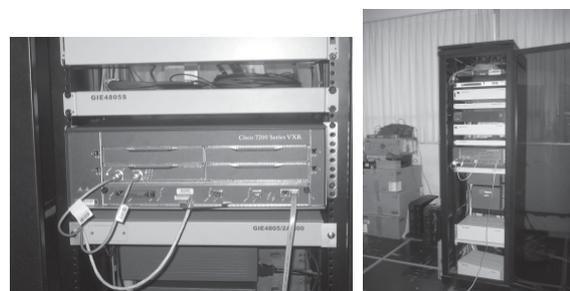


Figura 8. Router cabecera de la red RAAP.

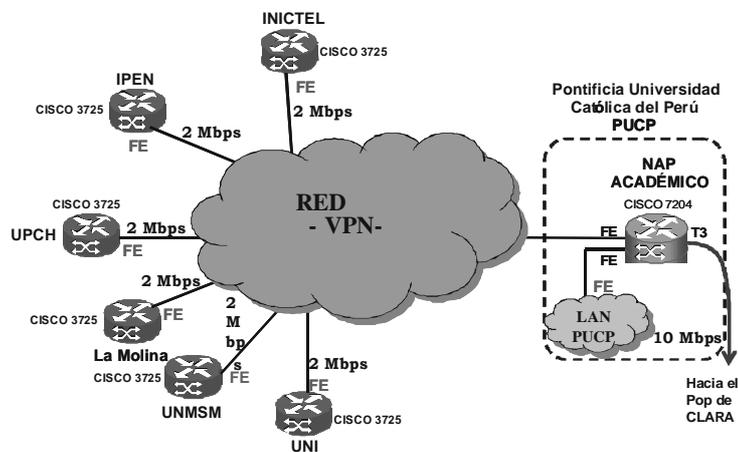


Figura 6. Topología de la red RAAP.

CONCLUSIONES

Esta Red Nacional de Investigación y Educación en el Perú permitirá impulsar el desarrollo de la investigación de manera descentralizada en todo el campo del saber: ciencias básicas, medicina, agricultura, ciencias del mar, procesamiento de imágenes, telemedicina, telecomunicaciones, entre otros. Al disponer el Perú de una red de uso exclusivo en I+D se inicia una nueva etapa en el desarrollo de proyectos conjuntos entre universidades nacionales y los principales centros de investigación del mundo.

Entre una de las aplicaciones inmediatas que la red RAAP debe soportar está la videoconferencia IP. Esta aplicación permitirá impulsar la capacitación a todo nivel, con participación de especialistas peruanos y extranjeros localizados en cualquier parte del mundo que tengan acceso a las redes académicas avanzadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Cerf , «*Thoughts on the national research and education network*», IETF RFC 1167, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1167.txt?number=1167>
Julio de 1990
- [2] European Commission, «*@LIS Alliance for the Information Society*», http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/alisp/laquette_alis_en.pdf
- [3] CUDI, Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, <http://www.cudi.edu.mx/>
- [4] RNP, Red Nacional de Pesquisa, <http://www.rnp.br>

- [5] REUNA, Misión, objetivos y líneas de acción, <http://www.reuna.cl/consorcio/mision.html>
- [6] RETINA <http://www.retina.ar>
- [7] CISCO 12006 ROUTER, <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/ps167/ps5635/index.html>
- [8] CLARA Network Engineering Group, PoP-LAN deployment and configuration. Febrero de 2005.
- [9] Rosen E., Viswanathan A., Callon R., «*Multiprotocol Label Switching Architecture*», RFC 3031, Enero de 2001. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>
- [10] RedIRIS www.rediris.es/mmedia/

Notas

- 1 DANTE (Delivery of Advanced Network Technology to Europe) planifica, implementa y opera la red de investigación y educación pan-Europea GEANT. <http://www.dante.net/>
- 3 ALICE tiene como objetivo implementar una red de investigación que interconecte todas la NREN de Latinoamérica con la red regional Europa GEANT.
- 4 CLARA es una asociación civil sin fines de lucro que tiene como objetivo la implementación y administración de la Red Académica Regional Latinoamericana. Fomenta la realización de investigación.
- 5 El convenio entre la RAAP y Telefónica consiste en dar conectividad a los miembros de la red RAAP, pero no establece ninguna exclusividad. Está abierto a cualquier proveedor de telecomunicaciones para ofrecer conectividad nacional. Los convenios que la RAAP establece son revisables periódicamente para refinar sus alcances técnicos y económicos.