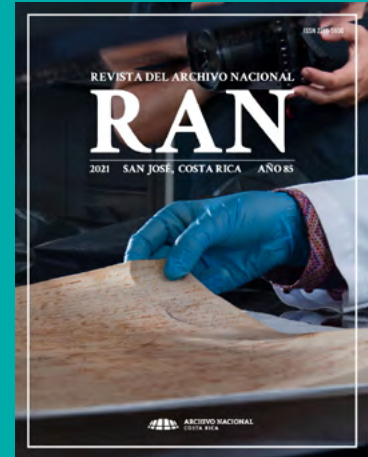


REVISTA DEL ARCHIVO NACIONAL DE COSTA RICA



ISSN 2215-5600
Vol. 85, 2021: e536
Del 1 de enero al 31 de diciembre 2021
www.archivonacional.go.cr/RAN



Dossier monográfico: Bicentenario de la Independencia de Costa Rica

Historia y perspectivas de la Internet en Costa Rica

History and Perspectives of the Internet in Costa Rica

Guy F. de Téramond Peralta

Academia Nacional de Ciencias. Escuela de Física, Universidad de Costa Rica. gdt@ns.cr | COSTA RICA.

<https://orcid.org/0000-0001-6035-7050>

Fecha de recepción: 18/08/2021

RESUMEN. El cambio drástico de las tecnologías a finales del siglo XX abre posibilidades insospechadas para la investigación y lleva a la Universidad de Costa Rica a establecer, a inicios de los años noventa, un proyecto pionero para el acceso de sus investigadores a los nuevos instrumentos, iniciativa que se concreta con la interconexión a la Red Bitnet en noviembre de 1990 y a la Red Internet en enero de 1993. El proyecto se extiende a todas las universidades del país en la década de los 90, y en el año 2001 se transforma en la Red Internet Avanzada del Instituto Costarricense de Electricidad, que lleva conectividad de banda ancha a todo el territorio nacional. Más recientemente se establece, en el marco de la Academia Nacional de Ciencias, depositaria del dominio superior de Internet de Costa Rica (.cr) desde 1992, el punto neutro de intercambio del tráfico nacional entre los operadores de internet en el país. Este proyecto resulta crítico para las aplicaciones en tiempo real que demanda el trabajo y enseñanza remotos, predominantes durante la Pandemia, y que a su vez resulta en otro cambio de paradigma. Estos nuevos desarrollos implican nuevos desafíos, especialmente

en las circunstancias actuales, donde se ha hecho evidente la brecha existente de una parte importante de la población al no tener el acceso necesario a estos instrumentos claves para el trabajo, la salud y muy especialmente para la educación, donde esta brecha se ha hecho aun mayor.

PALABRAS CLAVE. Bicentenario de Costa Rica, Internet, desarrollo tecnológico.

ABSTRACT. *The drastic change in technologies at the end of the 20th century opens up unsuspected possibilities for research and leads the University of Costa Rica to establish, at the beginning of the 1990s, a pioneering project for the access of its researchers to the new instruments, an initiative which is accomplish with the interconnection to the Bitnet Network in November 1990 and to the Internet in January 1993. The project was extended to all the country's universities in the 1990s, and in 2001 it became the Advanced Internet Network of the Instituto Costarricense de Electricidad, which brings broadband connectivity across the country. More recently, within the framework of the National Academy of Sciences, depositary, since 1992, of Costa Rica's top level Internet domain (.cr), an Internet exchange point was established for the local internet traffic between the service providers in the country. This project is critical for the real-time applications demanded by remote work and teaching, prevalent during the Pandemic, and which in turn results in another paradigm shift. These new developments imply new challenges, especially in current circumstances, where the existing gap of a significant part of the population has become evident by not having the necessary access to these key instruments for work, health and especially for education, where this gap has become even greater.*

KEYWORDS. *Bicentennial of Costa Rica, Internet, technological development.*

NOTA DEL AUTOR

Es difícil nombrar a todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a los proyectos de interconexión que se describen en esta breve reseña sin cometer serias omisiones. No puedo, sin embargo, dejar pasar esta oportunidad para expresar mi agradecimiento al Dr. Claudio Gutiérrez, ex-rector de la Universidad de Costa Rica (UCR), al Dr. Primo Luis Chavarría, ex-vice-rector de la UCR, al Dr. Orlando Morales, ex-ministro de Ciencia y Tecnología, a

Max Cerdas, del Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas, a la Dra. Yamileth González, ex-rectora de la UCR, a Erick Marler y Xavier Urbina de la Corporación IBM, a Mauricio Naranjo de la Corporación Cisco, a Ingrid Murillo de Radiográfica Costarricense, al Ingeniero Brien Morgan de la Corporación Panamsat, al Dr. Saul Hahn de la Organización de Estados Americanos, a Steve Goldstein del National Science Foundation y a Larry Landweber de la Universidad de Wisconsin-Madison. Mi profundo agradecimiento al grupo de ingenieros del Centro de Informática de la UCR que aportaron su capacidad y dedicación a los diferentes proyectos: Mauricio Alfaro, Luis Blanco, Jorge Wing-Ching, Luis Castro, Mario Guerra, Abel Brenes y Luis Diego Espinoza. Finalmente, agradezco a Ana Lucia Chavarría por su apoyo administrativo y muy especialmente al Lic. Ramón Bonilla por su indefectible apoyo a través de muchos de los proyectos aquí descritos.

Artículo invitado para la Revista del Archivo Nacional con motivo del Bicentenario de la Independencia. Correspondencia relativa a este artículo debe ser enviada al autor al correo electrónico gdt@ns.cr.

1. PRÓLOGO

La celebración del Bicentenario de la firma del Acta de Independencia de 1821, sumado a los 150 años de la declaratoria de la educación primaria gratuita y obligatoria, es un momento oportuno para reflexionar sobre los grandes logros del país en un marco de paz, justicia y libertad; principios que han guiado dos siglos de vida independiente de una democracia que se ha mantenido como ejemplar y que deben continuar orientando su desarrollo futuro. Es en esta tradición de espíritu visionario e independiente que en agosto de 1884 se inaugura el alumbrado eléctrico de la Ciudad de San José, tercera en el mundo. Ciento treinta y cinco años después, Costa Rica logra más del 99 % de su generación energética de fuentes renovables, apuntando en el futuro a una independencia de los hidrocarburos en el uso y en la generación de energía, acorde con la reforma constitucional de 1994 que garantiza el derecho a un ambiente sano (CIJUL, 2013).

Los proyectos pioneros de interconexión a las redes de investigación descritos en este artículo se llevaron a cabo desde la Universidad de Costa Rica a inicios de la década de los 90. Fue el trabajo de un grupo pequeño de personas que logró demostrar su capacidad y

conocimiento, haciendo evidente su independencia para tomar las decisiones tecnológicas correctas en un área compleja y de cambios rápidos.

2. LA RED INTERNET

La red Internet une a 5.000 millones de usuarios, un 65 % por ciento de los habitantes del planeta. Su crecimiento explosivo desde los años 60, no tiene precedentes («Internet Live Stats», 2021; Leiner y col., 1997). Sin embargo, la penetración de la Internet y el acceso a las nuevas tecnologías varía significativamente por región y país («Internet World Stats», 2021), y es aun deficiente en muchos países donde debería ser aun más importante como instrumento necesario para el desarrollo (OECD, 2021).

2.1. El Modelo de la Internet

La operación, desarrollo y gobernabilidad de la infraestructura crítica de la Internet están basados en un modelo colaborativo de sus múltiples partes interesadas (multiple stakeholder). Este modelo es una consecuencia natural del diseño original de la Internet: una red de redes global sin fronteras definidas, constituida por unas 50.000 redes, donde cada dispositivo debe poder conectarse con cualquier otro dispositivo en la red: hay unos 20.000 millones de dispositivos conectados en la actualidad. El modelo y la arquitectura de la Internet constituye su fortaleza pero a la vez un desafío creciente.

2.2. La Arquitectura de la Internet

La Internet es una red de conmutación de paquetes, en contraposición con las tecnologías telefónicas anteriores basadas en conmutación de circuitos. Cada paquete que transporta datos en la red tiene un encabezamiento, que especifica el origen y el destino. Su arquitectura esta basada en capas (Hall, 2000): la capa inferior es la red física: el medio de transmisión (fibra óptica, satélite, microondas, cobre). La segunda capa, vínculo de datos o interfaz de red, especifica las características de hardware para la transmisión del paquete sobre la capa física, por ejemplo, Ethernet, Token-Ring. La tercera capa, la capa de red, contiene el protocolo IP (Internet Protocol) y sus protocolos de enrutamiento que determinan las rutas que debe seguir un paquete (datagrama) por las redes más favorables. Si un paquete es grande para

el medio de transmisión, el protocolo IP en el sistema de envío lo fragmenta y el protocolo IP del sistema receptor lo reconstruye. La cuarta capa, la capa de transporte contiene el protocolo de transmisión TCP (Transmission Control Protocol), que permite la comunicación entre las aplicaciones como si estuvieran conectadas físicamente. TCP ordena y confirma la llegada de los paquetes, solicitando el reenvío de paquetes perdidos. El resultado es una copia perfecta de la información enviada. La última capa, la capa de aplicación, define las aplicaciones que utiliza la capa de transporte para enviar datos, por ejemplo, el protocolo de correo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) para enviar y recibir correo, HTTP (Hypertext Transfer Protocol) iniciado en 1989 en el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), que es el protocolo base de comunicación del WWW, World Wide Web (Berners-Lee, 2000). En resumen, con el TCT/IP las aplicaciones y el control de tráfico se sitúan en los bordes de la red, lo que conlleva a una arquitectura escalable (Comer, 2018).

3. INTERNET EN COSTA RICA

3.1. 1990-2000

A finales de la década de los 80 el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) había establecido una de las infraestructuras de electricidad y telefonía fija más importantes de Latinoamérica. En 1987 Radiográfica Costarricense (Racsa), subsidiaria del ICE, establece su red de paquetes X.25 que será finalmente desmantelada en diciembre 1999. Por su parte, El ICE instala en el 2003 su red de datos basada en Frame Relay que desaparecerá en el 2004. El ICE instala una red ATM/SDH en 1994 para interconectar sus centrales telefónicas y transportar el Frame Relay (Siles, 2012).

En contraposición, las redes académicas implican tecnologías, conocimiento y cultura totalmente distintos, basados en principios de colaboración. Como en la mayoría de los países, las tecnologías de inter-redes fueron introducidas en Latinoamérica por las instituciones académicas en la década 1990-2000. Es así como, a inicios del año 90, se establece en la Universidad de Costa Rica (UCR) un equipo de trabajo desde su Vicerrectoría de Investigación. Este primer equipo logra el 8 de noviembre de 1990 la interconexión del nodo UCRVM2 con el nodo FAUVAX de la Red BITNET en la Universidad Atlántica de Florida, utilizando un enlace digital de 19.2 Kbps –kilobit por segundo, del satélite PAS-1 de la corporación Panamsat. El

mismo día de la conexión a Bitnet se estableció en el nodo UCRVM2 una compuerta para el intercambio de correo con todas las redes electrónicas en el mundo. De esta manera se concluía la primera etapa de este proyecto, que llegó a tener unos 1500 usuarios (de Téramond, 1994; Siles, 2012)¹.

La Internet era territorio desconocido para el equipo de trabajo en la UCR: la Internet es compleja, descentralizada y comprende diversas tecnologías (Comer, 2013). Para la interconexión a la Internet era necesario financiar un canal de mayor capacidad y el equipo crítico para el manejo del tráfico: enrutadores. Un nuevo equipo en la recién creada Unidad de Redes de la UCR, debe enfrentar los nuevos desafíos tecnológicos y logísticos, además de establecer las nuevas alianzas requeridas para la puesta en marcha del proyecto (Siles, 2008). En octubre 92, a pocos días de establecer un enlace de 64 Kbps con la Internet en Estados Unidos, el huracán Andrew barre las antenas receptoras en Homestead, causando un atraso de varios meses. Finalmente, el 26 de enero de 1993 interconectamos una docena de nodos ubicados en la Unidad de Redes, Centro de Informática, Escuela de Geología y la Escuela de Física de la UCR con la Internet, utilizando el Punto de Presencia (PoP) del National Science Foundation (NSF) en Homestead y un enrutador CISCO IGS en préstamo por la Universidad de Wisconsin (de Téramond, 1994).

En paralelo con la interconexión a la Internet se establece la Red Nacional de Investigación (CRNet), un proyecto basado en la instalación de un “backbone” o espina dorsal para proveer conectividad entre las instituciones académicas del país. La iniciativa es presentada a la Agencia Internacional de Desarrollo (AID), gracias al apoyo del Dr. Orlando Morales, Ministro de Ciencia y Tecnología, como un proyecto colaborativo entre la UCR, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Universidad de Wisconsin-Madison (de Téramond y col., 1991). El plan original se limita a la conexión de la UCR, el ITCR y el CATIE con la Internet.



Figura 1. Abel Brenes, Ana L. Chavaría, el autor y Mario Guerra (marzo 1993).

¹ Para un análisis histórico de Internet en Costa Rica ver Siles, 2008.

Con la aprobación de los fondos por el AID se adquiere equipo de enrutamiento y fondos para contribuir con el pago de los enlaces del backbone nacional y el enlace satelital.

El modelo a escala que llamamos entonces “backbone on a table”, Fig. 1, se convierte en un laboratorio para el estudio de los protocolos de enrutamiento. Los enrutadores son instalados luego en los nodos de RACSA e ICE, dando origen a la primera red país con protocolos IP de América Latina (abril 1993). La Fundación Omar Dengo aporta un enrutador adicional para facilitar la incorporación de nuevas instituciones a la Red Nacional. Un aporte significativo del proyecto Red Hemisférica Inter-Universitaria de Información Científica y Tecnológica (RedHUCyT), a cargo del Dr. Saúl Hahn de la Organización de Estados Americanos (OEA), permite aumentar la capacidad del sistema de enrutamiento de CRNet y contribuye a cubrir los elevados costos de los enlaces, ya que pocas instituciones logran interconectarse inicialmente para compartir los gastos. En 1997 la OEA dona al MICIT una antena satelital que es instalada en la UCR para ampliar la capacidad de CRNet, que para esa fecha tiene unas 30 instituciones interconectadas (Fig. 2).

La iniciativa de interconexión a las redes de investigación fue inicialmente presentada como un proyecto regional (Cerdas y col., 1990) y en octubre 92 se establece un enlace analógico con Panamá para interconectar el nodo UTPVM1, el segundo nodo Bitnet en la región. Es, sin embargo, en el marco del proyecto de la OEA que el equipo de la UCR tuvo una participación activa en las conexiones pioneras en Centroamérica y el Caribe (de Téramond, 1994; Siles, 2017, 2018): Nicaragua (1994), Panamá (1994), Honduras (1995), Jamaica (1995), la red Mayanet de Guatemala (1995), la red SVNet en El Salvador (1996) y Belize (1997). Inicialmente Nicaragua y Panamá se interconectaron a la Red Internet a través del enlace satelital de la UCR constituyendo la primera red IP entre diferentes países en latinoamérica.²

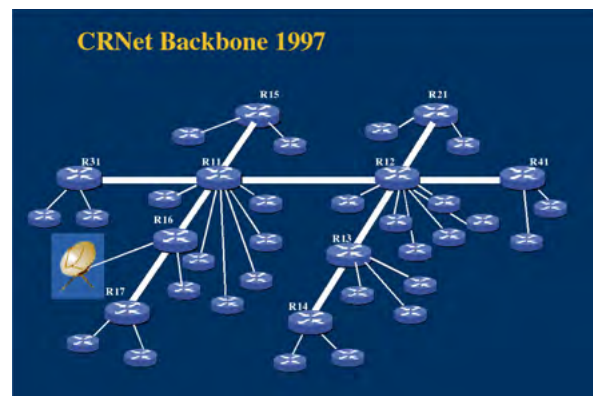


Figura 2. CRNet noviembre 1997

2 Para un análisis histórico de Internet en Centroamérica ver Siles, 2020.

3.2. 2000-2008

En noviembre del año 2000 el Ministerio de Ciencia y Tecnología propuso el proyecto de la Red Internet Avanzada (RIA) como solución a la conectividad del país mediante el despliegue de una red MPLS³ de alta capacidad (banda ancha). El proyecto, prioritario para el Ministerio, incorporó a esta iniciativa el equipo de la UCR, con vasta experiencia en la arquitectura de internet, para el diseño de la nueva infraestructura en colaboración con los ingenieros del ICE (Ver Fig. 3). El proyecto contemplaba la adquisición de giga-enrutadores que constituyen la espina dorsal y mega-enrutadores de distribución y acceso a las 207 centrales del ICE, utilizando la infraestructura existente de fibra óptica (5600 km) y acceso DSL para el usuario final⁴ a un costo marginal (de Téramond, 2002, 2005). La primera fase de este proyecto fue implantado exitosamente en las primeras semanas de abril 2001 con la instalación de un anillo óptico en el área metropolitana y 700 líneas DSL.

La segunda fase del proyecto contemplaba la interconexión de las 207 centrales del ICE en el país y la instalación de 100.000 accesos DSL, pudiendo escalar a un millón. El modelo, basado íntegramente en tecnologías abiertas, constituyó un serio desafío para el dominio mantenido por los proveedores de las centrales telefónicas tradicionales. Una presión creciente para revertir el proyecto a tecnologías claramente superadas (y mucho más costosas) detuvo el proyecto por varios años, causando un retraso considerable en el desarrollo tecnológico y la infraestructura de telecomunicaciones del país (de Téramond, 2002). Finalmente, en junio 2005, después de innumerables obstáculos, entra en operación la Red Internet Avanzada con 72.000 conexiones de banda ancha (de Téramond, 2005).

3.3. 2008-Presente

La apertura de telecomunicaciones en el año 2008 implica un cambio radical en el sector. Del monopolio estatal ICE/Racsa el país incorpora a 160 operadores y proveedores de servicios de telecomunicaciones autorizados, o con concesiones, por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL, 2021a). De 100.000 conexiones dedicadas a Internet se pasa a un millón, lo que significa un 60 % de los hogares, acompañado de un crecimiento explosivo de las líneas celulares. El incremento en la instalación de fibra óptica ha tenido también

3 MPLS: Multiprotocol Label Switching, es una arquitectura de red escalable e independiente del protocolo de comunicaciones que permite integrar tecnologías existentes como el Frame Relay.

4 DSL: Digital Subscription Line, tecnología utilizada para transmisión digital sobre líneas telefónicas.

un crecimiento extraordinario, especialmente en los últimos años con 192.996 kilómetros en todo el país (SUTEL, 2021b).

A pesar de estos logros, los requerimientos durante la pandemia han hecho aun más evidente la brecha existente de una parte importante de la población al no tener el acceso necesario a la Red Internet, indispensable para la fuerza laboral que ha quedado rezagada en nuevas competencias, la salud, y muy especialmente para la educación donde la brecha se ha hecho aun mayor (The Economist, 2021). Estos hechos nos dejan algunas tareas urgentes: 1) Impulsar un esquema tarifario que facilite el acceso e incentive el uso de la Internet, 2) Un mayor ancho de banda y simetría en las conexiones fijas para hogares y pymes, 3) Conectividad de banda ancha para todas las escuelas y colegios, 4) Conectividad de mayor capacidad para las zonas alejadas, 5) Incremento de la seguridad en un entorno de complejidad creciente, 6) Universalizar el protocolo IPv6 para disponer de bloques de direcciones IP para todas las aplicaciones necesarias y aumentar la seguridad en la red. Así mismo, se debe impulsar el uso seguro y responsable de la Internet, y muy especialmente velar por la protección de la niñez en línea (UNICEF, 2012).

4. EL DOMINIO SUPERIOR DE INTERNET Y EL PUNTO NEUTRO DE INTERCAMBIO

En 1992 la Internet Assigned Numbers Authority (IANA, s.f.) delega a la Academia Nacional de Ciencias (ANC, s.f.), recién instaurada, la administración del Dominio Superior .cr para Costa Rica. La ANC promueve la investigación científica y el desarrollo tecnológico del país y, dado su carácter de neutralidad y transparencia, fue considerada una institución ideal para el manejo del dominio país. Técnicamente, el sistema de nombres de dominio es el conjunto de protocolos que asocia direcciones con números IP. En efecto, cada dispositivo en la internet se indentifica por un número que es traducido a un nombre fácilmente reconocible por un humano⁵. Dada la complejidad y requerimientos de seguridad crecientes en el manejo de los dominios, la ANC crea en el año 2000 su unidad especializada NIC Costa Rica (por sus siglas

5 A modo de ejemplo, el número 200.107.82.100 corresponde al nodo a.ns.cr (uno de los servidores del dominio .cr). El número de posibles direcciones IP es algo mayor a los 4.000 millones y se encuentra agotado. Es por consiguiente crítica la migración al nuevo protocolo IP versión 6 con un número prácticamente inagotable de direcciones. Por ejemplo, en notación hexadecimal, el número 2001:13c7:7004:0001:0000:0000:0000:d100, es la dirección IP6 del nodo a.ns.cr.

en inglés Network Information Center), que se ha convertido en un referente en el manejo de los dominios (NICCR, s.f.).

Más recientemente, se establece en el marco de NIC Costa Rica, el punto neutro de intercambio del tráfico entre los operadores de internet en el país, Costa Rica Internet Exchange Point (CRIX, s.f.) –por sus siglas en inglés, que permite disminuir considerablemente la latencia en las aplicaciones y los costos de los enlaces transoceánicos. Este proyecto resulta crítico para las aplicaciones en tiempo real que demanda el trabajo y enseñanza remotos, predominantes durante la Pandemia Covid-19. El CRIX inicia sus operaciones en julio 2014 con el apoyo de Packet Clearing House (PCH), Internet Society (ISOC), LACNIC, NIC-Brazil, MICITT y SUTEL. El CRIX tiene al día de hoy 44 miembros (CRIX, s.f.) incluyendo los principales proveedores de comunicación del país, 6 CDNs (Content Delivery Network por sus siglas en inglés), como Google, Facebook y Akamai, para facilitar la entrega de contenido, además de alojar tres de los servidores raíz de la Internet: L, D y E. En la Fig. 4 mostramos estadísticas de tráfico de intercambio en el año 2020 donde se pasa de unos 6 Gbps –gigabit por segundo, antes de la pandemia, a unos 20 Gbps durante el confinamiento. En agosto 2021 el tráfico de intercambio sobrepasa los 40 Gbps (CRIX, s.f.). CRIX es un sistema redundante con anillos de fibra óptica entre sus dos puntos de acceso en NIC CR y CODISA. Recientemente se instalaron capas de switches de alta capacidad con interfaces ópticas para la transferencia instantánea de grandes volúmenes de datos entre los operadores. Se espera en un futuro extender el sistema a otros puntos de acceso en el país.

En el 2012 se creó el Consejo Consultivo de Internet (CCI) que agrupa los diferentes sectores del país, bajo la coordinación de NIC Costa Rica de la Academia Nacional de Ciencias, el cual está basado en el modelo de múltiples partes interesadas, y es un punto de referencia en materia de Gobernanza de Internet. Su objetivo es fomentar la discusión sobre el desarrollo y las políticas de Internet en Costa Rica como medio para contribuir al desarrollo del país y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

5. CONSIDERACIONES ADICIONALES

El breve recuento de la red Internet en el país descrito en este artículo nos muestra una historia que podría considerarse exitosa, a pesar de algunas oportunidades que se perdieron o no supieron aprovecharse. En particular, la presiones para revertir la implantación de la Red Internet Avanzada del ICE (RIA) a tecnologías obsoletas, lograron detener este proyecto del 2001 al 2005, lo que impidió colocarnos entre los primeros países en conectividad de banda ancha (de Téra mond, 2005). Por otra parte, una de las motivaciones de esta iniciativa llevada a cabo desde el MICIT y el ICE, la conectividad de escuelas y colegios a la red de banda ancha, estaba contemplada para iniciarse en el 2002. Desafortunadamente, y a pesar de esfuerzos importantes y de directrices presidenciales muy claras no se ha logrado concretar al día de hoy, 20 años después. Esperamos que los esfuerzos recientes en esta dirección construyan sobre estas bases y sean exitosos. Es interesante constatar que la arquitectura propuesta en el proyecto original de la RIA es la tecnología utilizada actualmente en redes avanzadas de muchos países para transportar el tráfico de múltiples redes, incluyendo la telefonía, en el núcleo de la red.

Una enseñanza que podemos rescatar de estos proyectos es la importancia del dominio de las tecnologías, necesario para definir metas y una clara estrategia para el proceso de adopción de las nuevas tecnologías, que generalmente remplazan las tecnologías propietarias a una fracción del costo. La independencia y competencia de las personas que les corresponde tomar las decisiones críticas es indispensable, puesto que además deberán enfrentarse con una oposición férrea de los sectores que se verán afectados por la irrupción de las nuevas tecnologías (de Téra mond, 2005).

La importancia de la conectividad de banda ancha se ha hecho aun más evidente durante la pandemia COVID-19, particularmente en la educación, donde un sector vulnerable de la población escolar se ha visto separado temporalmente de sus lecciones. Esto es algo difícil de entender en un país que cuenta con 192.996 kilómetros de fibra óptica instalada (SUTEL, 2021b). El acceso a la Internet, no garantiza necesariamente una educación de calidad, sin embargo, los estudiantes sin acceso a estas nuevas tecnologías, estarán en clara desventaja frente a otros que si tienen un buen acceso, poniendo en entredicho sus posibilidades de crecimiento y superación; precisamente, uno de los logros más importantes de una democracia que llega al bicentenario de su independencia por una ruta claramente definida y fundamentada en la educación de todos sus habitantes.

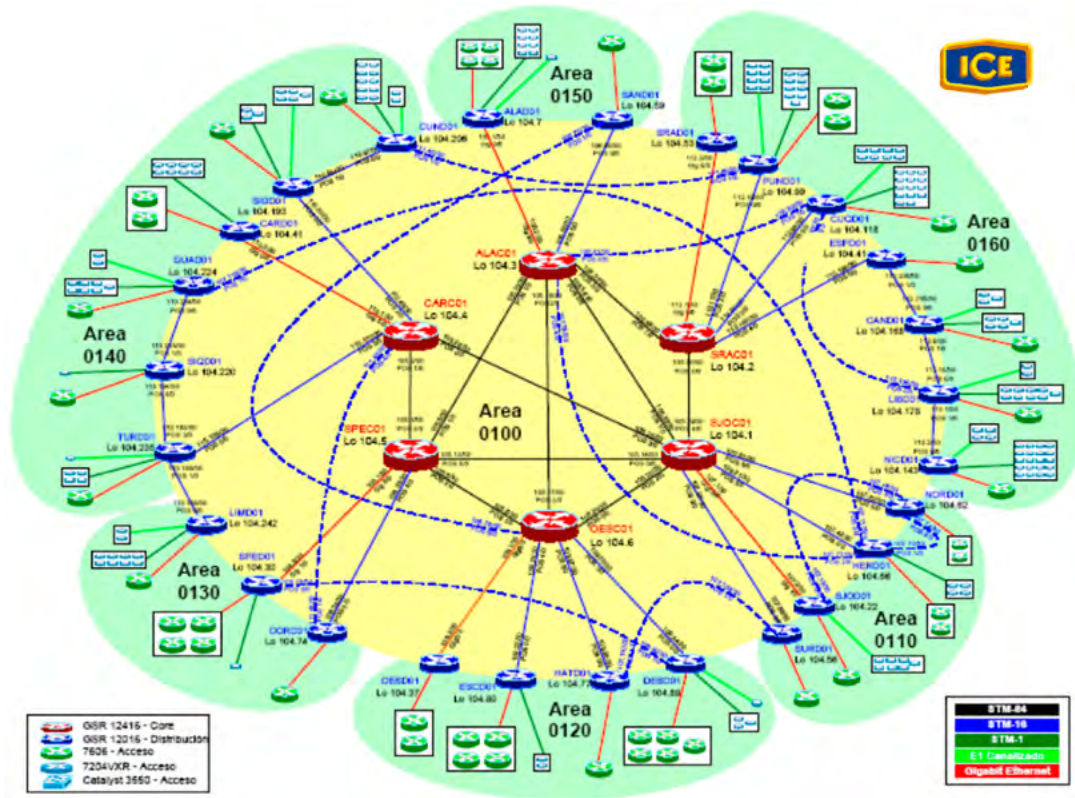


Figura 3. Diseño original de la Red Avanzada del Ice (2001). Nivel 1: núcleo de la red OC-192, Nivel 2: distribución OC-48, NIVEL 3: acceso OC-12 y OC-3. En el diseño final la especificación OC (Optical Carrier) fue sustituida por multiplexación óptica (de Téramond, 2005).

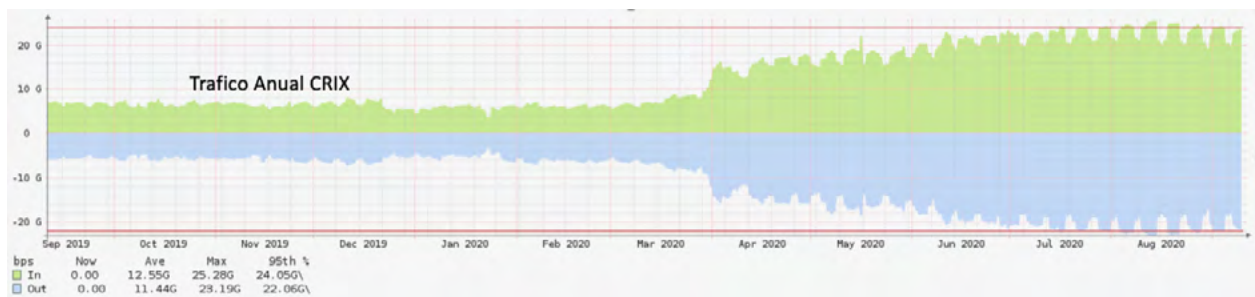


Figura 4. Tráfico de intercambio en CRIX CR pre-pandemia y durante el confinamiento 2020.

6. REFERENCIAS

- ANC. (s.f.). *Academia Nacional de Ciencias*. <https://www.anc.cr>
- Berners-Lee, T. (2000). *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web*. HarperCollins Publishers.
- Cerdas, M., de Téramond, G. F. & Gutierrez, C. (1990). An International Electronic Connection for Central American Scientists. *Conferencia Espacial de las Américas, San José, 12-16 marzo (1990)*, 2, 680.
- CIJUL. (2013). *Derechos a un Ambiente Sano y Ecológicamente Equilibrado como un Derecho Humano*. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r37832.pdf>
- Comer, D. (2013). *Internetworking with TCP/IP Volume 1: Principles, protocols, and architecture, 6a ed.* Pearson.
- Comer, D. (2018). *The Internet Book: Everything you need to know about computer networking and how the Internet works, 5a edición*. CRC Press.
- CRIX. (s.f.). *CRIX Costa Rica*. <https://www.crix.cr>
- de Téramond, G. F., Gutierrez, C., Mata, E., Oreamuno, R., Landweber, L. H. & Bremel, R. D. (1991). *Establishment of an Internet Backbone Within Costa Rica: Proposal to the Agency for International Development*.
- de Téramond, G. F. (1994). *Interconexión de Costa Rica a las Grandes Redes de Investigación Bitnet e Internet, en Ideario de la Ciencia y la Tecnología: Hacia el nuevo milenio*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. <http://asterix.crnet.cr/gdt/InterconexionCR.pdf>
- de Téramond, G. F. (2002). Red Internet Avanzada. *La Nación*. <https://www.nacion.com/opinion/red-internet-avanzada/RM7J77BBQFCDZORWTWL5XAFYHE/story/>

de Téramond, G. F. (2005). The Advanced Internet Project in Costa Rica, Infrastructure for the New Knowledge Society: A Case Study. *Seminar on Latin American, Caribbean and Asian Strategies for Science, Technology and Competitiveness, IDB Meeting, April 7, 2005, Okinawa, Japan*. http://asterix.crnet.cr/gdt/GdT_Okinawa.pdf

Hall, E. A. (2000). *Internet Core Protocols: The Definitive Guide*. O'Reilly & Associates.

IANA. (s.f.). *Internet Assigned Numbers Authority*. <https://www.iana.org>

Internet Live Stats. (2021). <https://www.internetlivestats.com>

Internet World Stats. (2021). <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>

Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., Postel, J., Roberts, L. G. & Wolff, S. (1997). Brief History of the Internet. https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/ISOC-History-of-the-Internet_1997.pdf

NICCR. (s.f.). *NIC Costa Rica*. <https://www.nic.cr>

OECD. (2021). *Telecommunications and Internet Statistics*. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/data/oecd-telecommunications-and-internet-statistics_tel_int-data-en

Siles, I. (2008). *Por un sueño en.red.ado: una historia de internet en Costa Rica (1990-2005)*. Editorial UCR.

Siles, I. (2012). Establishing the Internet in Costa Rica: Co-optation and the Closure of Technological Controversies. *The Information Society*, 28 (1), 13-23. <https://doi.org/10.1080/01972243.2012.632257>

Siles, I. (2017). 25 Years of the Internet in Central America: an interview with Guy de Téramond. *Internet Histories*, 1 (4), 349-358. <https://doi.org/10.1080/24701475.2017.1383733>

Siles, I. (2018). The Internet as a transnational project: connecting Central America through computer networks (1990–1996). *Internet Histories*, 2 (3-4), 230-246. <https://doi.org/10.1080/24701475.2018.1500793>

- Siles, I. (2020). *A Transnational History of the Internet in Central America, 1985–2000: Networks, Integration, and Development*. Palgrave Macmillan. <https://www.palgrave.com/gp/book/9783030489465>
- SUTEL. (2021a). *Lista Operador/Proveedor*. <https://sites.google.com/a/rnt.sutel.go.cr/rnt/lista-actualizada-operador-proveedor>
- SUTEL. (2021b). *Redes de Fibra Optica*. <https://www.sutel.go.cr/noticias/comunicados-de-prensa/redes-de-fibra-optica-crecen-24-veces-en-un-ano>
- The Economist. (2021). *The pandemic is widening educational inequality*. <https://www.economist.com/graphic-detail/2020/07/27/the-pandemic-is-widening-educational-inequality>
- UNICEF. (2012). *La seguridad de los niños en línea: retos y estrategias mundiales*. https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/ict_spa.pdf



SOBRE LA REVISTA DEL ARCHIVO NACIONAL DE COSTA RICA

La Revista del Archivo Nacional (RAN) se dirige a profesionales de Archivística y Ciencias afines, y a personas vinculadas con el quehacer de los archivos y con sus temáticas centrales. Se encuentra incluida en Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Se produce un volumen cada año.

La imagen de la portada para el volumen 85, corresponde al proceso de restauración del Acta de la Independencia de Costa Rica, firmada en el Ayuntamiento de Cartago el 29 de octubre de 1821.

Sección ARCHIVÍSTICA

Se publican artículos especializados en esta ciencia, que es el corazón mismo de la RAN. No importa si el tema se conecta con otras especialidades; si su tema principal es algún aspecto del quehacer archivístico, es posible publicarlo en esta sección.

Sección PRISMA

Esta es una sección más flexible en la que se publican aportes como experiencias de difusión del patrimonio, estudios de casos, sistematizaciones y opiniones técnicas de proyectos destacados, entre otros.

Sección CIENCIAS AFINES

La RAN abre también sus páginas a profesionales de otras carreras, siempre que se trate de textos que de alguna forma se vinculen con el quehacer de los archivos.

Sección DOSSIER MONOGRÁFICO

Sección administrada por la Comisión Editora. Cada año se selecciona un tema específico y se invita a personas expertas a desarrollar textos especializados en la materia respectiva.

¿Desea publicar su trabajo?

Revista del Archivo Nacional de Costa Rica
ISSN 2215-5600

www.archivonacional.go.cr/RAN

