



## EVALUACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ÚLTIMA MILLA PARA ACCESO DEDICADO A INTERNET

### ADSL (ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE) Y HFC (HYBRID FIBER COAX)

Francisco J. Cardozo A.  
Universidad Rafael Belloso Chacín. Venezuela

#### RESUMEN

Ante la creciente demanda de ancho de banda (más velocidad) y la exigencia más fuerte de las aplicaciones orientadas al Web y la intranet, es necesario desarrollar nuevas tecnologías de última milla que permitan entregarle a clientes residenciales y comerciales, conexiones dedicadas a Internet de alta velocidad y a precios razonables, tanto para el proveedor como para el consumidor. Dos tecnologías se están desarrollando para cubrir estas necesidades: ADSL y HFC. Aunque están basadas en conceptos muy diferentes, ambas proporcionan velocidades muchas veces superiores a las de los módems convencionales o a las líneas ISDN (Integrated Services Digital Network). Además, pueden ofrecer conexiones de tiempo completo, siempre activas, que eliminan los tediosos procedimientos de marcado y acceso por módem, destacando que estas conexiones Dial-Up (discadas) están sujetas al tiempo de conexión y al consumo telefónico según las tarifas vigentes por la empresa de telefonía.

**Palabras claves:** ADSL, HFC, Acceso, Dedicado, Internet; Banda Ancha

#### ABSTRACT

Through the growing demand for band width (more speed) and the strongest demand in the applications guided the Web and the Intranet, is necessary to develop new last mile technologies that allow residential and commercial clients, Internet dedicated connections with high-speed and reasonable prices, as much for the Internet Service Provider as for the final consumer. Two technologies are developing to cover these necessities: ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), and HFC (Hybrid Fiber Coax – Cable Modem). Although they are based on very different concepts, both provide speeds many times superiors to those of the conventional modems or the ISDN lines (Integrated Digital Services Network). Also, they can offer on-line connections, dedicated, always active, that eliminate the tedious procedures of dial access by modem, highlighting that these dial-up connections are



subject to the time of connection and to the phone consumption according to the effective rates for the telephony company.

**Key words:** ADSL, HFC, Internet, Dedicated Access, High Bandwidth, Broadband Services.

## INTRODUCCIÓN

Cada día se hace más cotidiano hablar de los servicios de Internet, disfrutar de apartados o buzones de correo electrónico, conocer y charlar con personas que físicamente están a kilómetros de nosotros, e incluso realizar compras de productos de otros países a través de portales de comercio electrónico. Todo esto es posible, gracias a la existencia de una gran red mundial, la bien llamada red de redes, Internet.

Las actuales tecnologías permiten acceso a Internet de dos formas, la manera tradicional, a través de una línea de teléfono y un módem (Dial-Up) y otra mucho más costosa, a través de un circuito digital dedicado. Las tendencias actuales nos indican que debe buscarse la manera de que los usuarios de Internet estén conectados en línea todo el tiempo, es decir, a través de conexiones permanentes. Es por ello que se vienen desarrollando nuevas tecnologías, que permitan que la conexión dedicada de los usuarios residenciales y comerciales a velocidades superiores a las que actualmente disfrutan y a costos mucho más accesibles que el de los enlaces dedicados actuales.

Dos tecnologías se perfilan como la solución de última milla para brindar acceso dedicado a Internet a altas velocidades: ADSL (Línea Digital por Suscripción) y HFC (Red Híbrida Fibra-coaxial o Cable Módem). Aunque cada una se basa en conceptos diferentes, ambas ofrecen velocidades de hasta 50 veces más rápidas que las soportadas por módems en conexiones Dial-Up.

Estas dos tecnologías se están implantando en el país, por lo que se hace imperativo evaluar en qué consiste cada una de ellas, de qué manera realizarán su entrada al mercado venezolano y cuales serán sus beneficios tanto para los usuarios residenciales y comerciales, como para las empresas de telecomunicaciones que actualmente poseen una plataforma establecida a nivel nacional o regional.



## TECNOLOGÍAS DE ACCESO EN LA ACTUALIDAD

La creciente demanda de la plataforma de servicios de Internet por parte de usuarios residenciales y comerciales, ha venido determinando un nuevo segmento de mercado en el sector de las telecomunicaciones. Actualmente, existen 22 proveedores de servicios de Internet (ISP) en el ámbito nacional, ofreciendo conexiones discadas (Dial-up) desde 33600 bps hasta 56000 bps a través de la red telefónica tradicional, y conexiones dedicadas a partir de 32000 bps a través de tecnologías tradicionales de última milla.

En la actualidad hablar de conexiones dedicadas a Internet involucra tener una plataforma de alto costo, cuyo canon mensual está asociado directamente con el tipo de tecnología digital seleccionada para contratar la última milla, bien sea dedicada punto a punto (DPL, Digital Private Line) o por conmutación de paquetes (Frame Relay, X.25); adicionalmente debe considerarse el ancho de banda contratado en el enlace digital de datos y el tamaño del puerto contratado con el Proveedor de Servicios de Internet (ISP). Este tipo de plataformas ofrecen velocidades mucho más altas a las manejadas por conexiones Dial-up, pero su costo también aumenta conforme aumenta el ancho de banda disponible, por lo que no se hacen accesibles a los usuarios residenciales y sólo para algunas empresas del sector comercial, cuyos flujos de caja le permiten contar con Internet como una herramienta fuerte de posicionamiento en el mercado nacional como internacional.

Las tendencias actuales demandan nuevas plataformas de servicios que permitan tener conexiones dedicadas de bajo costo, bien sea a través de tarifas planas en el servicio telefónico para poder conectarse Dial-up, o a través de nuevas tecnologías que así lo permitan. Pero la creciente demanda de ancho de banda por parte de los sitios Web y la necesidad de transmitir servicios en línea como bases de datos, imágenes de alta resolución, archivos audio y vídeo, sistemas y servicios de broadcast, etcétera, exigen no sólo conexiones permanentes sino también mucho mayor velocidad de conexión.

Es bajo este entorno, que dos tecnologías emergen como posibles soluciones ante esta problemática de brindar acceso rápido a Internet para casas y negocios: ADSL y HFC.

Aunque basadas en conceptos diferentes, ambas proporcionan velocidades de 7 a 50 veces mayores que las de un módem convencional a 56000 bps. Esta velocidad adicional se traduce en transferencias más rápidas del contenido de hoy, y también abre la puerta para gráficos, sonido



y contenido de vídeo de mayor calidad en el Web. El mayor ancho de banda también permitirá usar Internet para otras aplicaciones (como videoconferencia de alta velocidad y respaldo en línea) que no son posibles o prácticas con una conexión conmutada a 56000 bps.

### CONEXIONES MÁS RÁPIDAS

Ante todo el marco que engloba la situación actual, estas nuevas tecnologías de última milla emergen como una solución eficiente y económica, brindando mucho mayor ancho de banda del que se dispone actualmente. Cada una de estas tecnologías, tanto ADSL como HFC, basadas en conceptos completamente diferentes, no solo ofrecen la posibilidad de establecer conexiones dedicadas a Internet a gran velocidad, sino que abren un panorama de posibilidades bastante amplio para el usuario común que sólo disponía conexiones Dial-Up.

Al establecer una conexión dedicada a Internet, bien sea a través de ADSL o HFC, el usuario puede configurar en sus instalaciones un Servidor de salida (Proxy o Gateway) para acceso de múltiples computadores (red doméstica o corporativa) al Web, interactuar en línea con su servidor de dominio propio (www.mi\_dominio.com), la intranet de su empresa, o servidores de correo públicos y privados, acceder a servidores de audio y vídeo en tiempo real (Broadcast), pertenecer a comunidades de juegos interactivos a través de la red, etcétera.

Todas estas tendencias y tecnologías, indican en cierta manera el rumbo a seguir en el segmento de acceso a Internet en el mercado de las telecomunicaciones. Esta investigación nace como una respuesta ante la necesidad de analizar y comparar, cuál o cuáles de estas tecnologías se pueden desarrollar masivamente en nuestro país, cuál de ellas es la que más se ajusta a las necesidades del mercado venezolano, y cuáles serán los parámetros y las características con las que se brindará el servicio.

Actualmente, cuatro empresas venezolanas se perfilan como proveedores de acceso a Internet a través de estas tecnologías:

- *ADSL*, será ofrecido por CANTV a través de su red tradicional de pares de cobre hasta el cliente, y fibra óptica en el backbone (Red Neural o Principal) entre centrales.
- *HFC*, será ofrecido por las empresas de televisión por cable más grandes del país, tales como Cabletel, Supercable e Intercable, todas sobre su red de cable coaxial hasta el cliente, y el backbone de fibra  ptica



## **TECNOLOGÍA ADSL**

Hasta hace algunos años, pocos imaginaban que las redes de telefonía tradicional pudieran ser utilizadas con prop ositos diferentes de aquellos para los cuales fueron construidas.

Es así como resulta sorprendente comprobar que, luego de más de un siglo de la invensi n del teléfono, los cables de cobre convencionales que se percibían hasta hace poco como obsoletos, han adquirido un gran valor gracias a una nueva tecnología que potencia sus funciones.

Esta tecnología conocida como DSL (Digital Subscriber Line) ha revalorizado uno de los activos más importantes de las compa as telefónicas: los pares de cobre. Su variante asimétrica, denominada ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) es percibida, en la actualidad, como la herramienta más efectiva con la que cuentan de telefonía para convertir sus redes de cobre en tuberías transmisoras de datos a altas velocidades.

ADSL hace uso de las líneas existentes que son empleadas para la transmisión vocal, con el fin de llevar simultáneamente voz, datos y video. Además, maneja un ancho de banda en forma asimétrica que ofrece la posibilidad de acceso a internet desde una velocidad de 256 Kbps hasta 6 Mbps.

La tecnología ADSL consiste en un pequeño equipo denominado módem ADSL, que se instala en la casa del suscriptor. Este módem tiene una salida hacia el computador y otra salida hacia el aparato telefónico tradicional. A futuro se entregará una salida adicional que permitirá prestar servicios de transmisión de imágenes, los cuales incluso harán posible la recepción de televisión comercial, telemedicina y videoconferencias, entre otros. Paralelamente al módem, en la central telefónica a la cual está adscrita la línea telefónica del suscriptor, existe la infraestructura técnica para entregar el servicio ADSL, si el cliente así lo requiere.

## **TECNOLOGÍA HFC – CABLE MODEM**

Después de CANTV, las empresas de televisión por cable poseen la mayor cantidad de redes de fibra óptica instaladas. Las denominadas "cableteras" actualmente vienen ofreciendo Internet dedicado para determinados puntos geográficos del país con velocidades de acceso de hasta 8 Mbps. No conforme con ello, las redes propias facilitan el empaquetamiento de viejos y futuros servicios, como videoconferencia,



telefonía, voz sobre IP, etc., que próximamente se escucharán en el mercado.

Para ello, las empresas de televisión por suscripción usan un soporte común llamado HFC (Hybrid Fiber Coax), red híbrida coaxial con fibra. De acuerdo con la firma Forrester Research, por la sencillez de este soporte para la conexión, su versatilidad, potencialidad y bajos costos para el usuario, se convertirá en la tecnología de banda ancha más expandida en el mundo, por encima del ADSL.

En su contra, el cable módem carga consigo el peso de necesitar un mejoramiento (upgrade) de la red del proveedor para capacitarse a la bidireccionalidad, aparte de instalar más cable en las zonas a las que no han llegado. En estas circunstancias, la carrera de por el dominio del cable módem se presenta interesante para tres organizaciones del mercado venezolano: Cabletel (Net-Uno), Intercable (ICNet) y Supercable.

Los sistemas del cable se diseñaron originalmente para entregar las señales de transmisión de televisión a las casas de los suscriptores, los sistemas del cable coaxiales normales operan a alrededor de 330 MHz a 450 MHz, pero las redes híbrido fibra coaxial modernas (HFC) operan cerca de 750 MHz o aun más. Cada canal de televisión ocupa un 6 MHz del NTSC el espectro de RF (8 MHz considerando la separación entre canal y canal); así, los sistemas viejos pueden manejar sólo 60 canales. Los nuevos sistemas pueden manejar hasta 700 MHz de ancho de banda y 110 canales o más. Los cables también pueden llevar un canal análogo de video, cinco canales digitales, un canal de datos de 30 Mbps compartido por cable módems o 384 conversores de voz digitalizada.

Para el tráfico de subida (up stream) se han apartado 5 a 42 MHz del espectro, la banda de 6 MHz que está al final del espectro es mucho más ruidosa y requiere esquemas de modulación más robustos, los cuales no son espectralmente eficientes como los esquemas de la modulación usados para el tráfico de bajada (down stream). Este canal de subida (up stream) se usa para enviar la información de los canales pay-per view, indicar el retorno de módem de cable, y manejar tráfico de voz o telefonía.

El cable módem se comunica con la computadora del suscriptor a través de una tarjeta de red Ethernet con interfaz 10BaseT. Esta conexión generalmente usa conectores RJ-45, tal y como los utilizados por los cables de redes LAN tradicionales.



El cable módem demodula las señales entrantes y los traduce de nuevo en paquetes TCP/IP que la computadora pueda entender. El cable módem también envía datos (up stream) a la Internet a través del sistema de cable, en un canal de la banda de 5 a 40 Mhz. Como todos los subscriptores comparten esta banda relativamente estrecha, el módem del cable debe poder transmitir los datos en cualquier canal de subida de 2 MHz disponible. El controlador del Head-End le dice al cable módem cuándo enviar los datos (up stream) y qué canal para usar. Hasta que la industria adopte normas, tanto el controlador en el Head-End como los cables módems deben ser del mismo fabricante. El Head-End será por sí mismo el proveedor del servicio de Internet (ISP).

### TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación para este proyecto es descriptiva, dado que el enfoque que se desea dar a este estudio es evaluar independientemente cada una de las tres tecnologías nuevas para acceso dedicado a Internet y posteriormente realizar un análisis comparativo entre ellas, según su comportamiento en el mercado venezolano.

Este estudio se encuentra orientado hacia un *diseño no experimental*, ya que según lo define Hernández Sampieri, Roberto en su libro Metodología de la Investigación, cuando las variables, tanto independientes como dependientes, no son manipuladas intencionalmente para generar un situación o una respuesta ante un estímulo; sino que por el contrario, son estudiadas tal y como se presentan, asociadas a cada una de las tecnologías motivo de este caso estudio, se denomina diseño no experimental.

Cada variable tendrá un valor asociado, dependiendo del contexto en el que se le evalúe, de está manera se irán elaborando los perfiles que describan o definan cada servicio estudiado, para posteriormente poder realizar las comparaciones pertinentes.

El tipo diseño se centra en determinar un valor o estado en un punto en el tiempo, en un instante único; así como determinar la relación existente entre el conjunto de variables seleccionadas y el perfil que estas describan para un momento dado. Para este caso, según Sampieri, y bajo un enfoque no experimental, el tipo de diseño a utilizar es el *transversal* o *transseccional descriptivo*.

Cada tecnología será evaluada individualmente y en un momento dado, haciendo uso de las variables seleccionadas para realizar las pruebas de desempeño para cada plataforma.



## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Al comparar entre sí, tanto de manera empírica como de manera práctica, las nuevas tecnologías de última milla para acceso dedicado a Internet: ADSL y HFC, se puede ver que ambas son prometedoras. No existe un claro vencedor, aunque probablemente ambas puedan coexistir.

ADSL proporciona un ancho de banda dedicado por usuario, mientras los módem de cable (HFC) comparten la capacidad total del segmento.

El rendimiento en la transmisión no se degrada en líneas ADSL con el aumento del número de usuarios, fenómeno que si ocurre con los módem de cable (HFC).

Las líneas ADSL sólo operan a distancias de hasta 5 Km, siendo necesarios repetidores en el bucle local, con el correspondiente encarecimiento del coste final.

La seguridad en ADSL está garantizada ya que consiste en una conexión punto a punto, mientras que en módem de cable el canal puede ser 'escuchado' por el resto de usuarios que lo comparten. Frente a este fenómeno, cada fabricante de módem de cable ofrece su solución particular.

ADSL tiene años de experiencia con dos pares de cobre HDSL, si bien no existen todavía muchos productos comerciales en el mercado. Los módem de cable (HFC) han sido testados satisfactoriamente durante los 12 últimos meses, período en el cual han aparecido gran cantidad de productos comerciales.

Las averías puntuales en redes ADSL interrumpen el servicio a unos pocos usuarios. Las redes de cable pueden afectar a un gran número de ellos.

Por último puede mencionarse que, lógicamente, ADSL es la respuesta de las compa as telefónicas a las empresas de Televisión por cable y sus módem de cable.

## CONCLUSIONES

El desempeño y valor relativo de un servicio de conexión rápida a Internet, depende en gran medida de la ubicación física del consumidor final y de muchas otras variables. No obstante, en gran parte de los casos, las pruebas realizadas mostraron que los servicios de módem por cable son una





buena alternativa de interconexión para el usuario básico residencial, pero no logran alcanzar los planes y la plataforma ofertada por CANTV a todos sus usuarios, desde residenciales hasta corporativos. El costo de megabits por segundo en las pruebas de desempeño resultó ser más bajo en los módems ADSL que en los de cable, aunque la velocidad de navegación fue excelente en ambas tecnologías. Tanto el servicio ADSL de CANTV como el de Cable Módem ofrecido por ICNet, alcanzaron los mismos valores generales de desempeño.

La hipótesis inicial planteada en el capítulo III (Marco Metodológico) fue absolutamente comprobada, de manera que se puede concluir que estas dos nuevas tecnologías de última milla para acceso dedicado a internet: ADSL y HFC, sí ofrecen un modo de conexión más rápido, económico y eficiente, en comparación con las tecnologías actuales dial-up y dedicado.

## RECOMENDACIONES

Una de las principales limitantes que se logró determinar mediante este estudio, es la de las pocas zonas de cobertura que actualmente existen, tanto para ADSL como para Cable Módem.

Ante esta situación es recomendable realizar estudios de demanda del servicio, tanto en el mercado residencial como en el comercial, y agruparla por sectores o zonas dentro de la ciudad. De esta manera se tendrá la certeza de hacia que zonas o en que centrales invertir, para poder entregar el servicio.

En cuanto a las tarifas presentadas por el uso del servicio de cable módem, se desea recomendar que las mismas no estén sujetas a una tasa máxima de transferencia mensual, ya que los valores tomados para cada plan quedan bastante pequeños al compararlos con el perfil de los cibernautas venezolanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### TEXTOS

- ELLWORTH, JILL Y ELLWORTH, MATTHEW. The Internet Business Book. John Wiley & Sons Inc., U.S.A., 1994. p.p. 3-13, 91-95, 263-280 y 294-300.
- HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. McGraw-Hill. México. 1998 p.p. 495 - 506.



SHELDON, TOM. Lan Times Guide to Interoperability. McGraw Hill, U.S.A., 1995. p.p. 143-166, 218-220 y 259-269.

ZIMMERMAN, SCOTT Y BROWN, CHRISTOPHER L.T. Web Site Construction Kit for Windows 95. Prentice Hall. 1996. p.p. 8-18 y 355-362.

## REVISTAS

COMUNICACIONES CANTV. Año XII, Número 38. Marzo de 2000. p.p. 8.

COMUNICACIÓN TOTAL. Servicios de Telecomunicaciones de CANTV. No.3. Noviembre de 1998. p.p. 2.

IT MANAGER. CANTV al ataque. Vol. 2, Número 13. Abril de 2000. p.p. 13-19.

INTERNET WORLD. Vive la nueva red. Año III, Número 11. Mayo de 2000. p.p. 26, 27 y 30.

PC MAGAZINE EN ESPAÑOL. Banda Ancha. Vol. 11. No. 5, Mayo de 2000. p.p. 46-55.

PC WORLD VENEZUELA. Guía para el Acceso Súper Rápido a la Internet. Año III, Número 35, Etapa III, Mayo 2000. p.p. 38-46

TELECOMUNICATIONS MAGAZINE. Broadband Solutions. Vol. 34, No. 5. May 2000, p.p. 93-94, 99-100.

TELECOMUNICATIONS MAGAZINE. Hot Startups 2000. Vol. 34, No. 6. June 2000, p.p. 55-58, 69-70.

TELECOMUNICATIONS MAGAZINE. Testing 1-2-3. Our Annual Network Monitoring and Analysis Issue. Vol. 34, No. 8. August 2000, p.p. 43-44.