

CUESTIÓN 20-1/2

*Examen de las tecnologías de
acceso para las comunicaciones
de banda ancha*



UIT-D COMISIÓN DE ESTUDIO 2 3.º PERIODO DE ESTUDIOS (2002-2006)

*Informe sobre
las tecnologías de acceso
para las comunicaciones
de banda ancha*



Unión
Internacional de
Telecomunicaciones

LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

Las Comisiones de Estudio del UIT-D se establecieron de conformidad con la Resolución 2 de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) celebrada en Buenos Aires (Argentina) en 1994. Para el periodo 2002-2006, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de siete Cuestiones en el campo de las estrategias y políticas de desarrollo de las telecomunicaciones y a la Comisión de Estudio 2 el estudio de once Cuestiones en el campo del desarrollo y de la gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones. Para este periodo y a fin de responder lo más rápidamente posible a las preocupaciones de los países en desarrollo, en lugar de aprobarse durante la CMDT, los resultados de cada Cuestión se publicarán a medida que vayan estando disponibles.

Para toda información:

Sírvase ponerse en contacto con

Sra. Alessandra PILERI
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
UIT
Place des Nations
CH-1211 GINEBRA 20
Suiza
Teléfono: +41 22 730 6698
Fax: +41 22 730 5484
E-mail: alessandra.pileri@itu.int

Telecarga gratuita:

www.itu.int/ITU-D/study_groups/index-es.html

La Librería electrónica de la UIT:

www.itu.int/publications

CUESTIÓN 20-1/2

*Examen de las tecnologías de
acceso para las comunicaciones
de banda ancha*

UIT-D COMISIÓN DE ESTUDIO 2 3.º PERIODO DE ESTUDIOS (2002-2006)

***Informe sobre
las tecnologías de acceso
para las comunicaciones
de banda ancha***

CLÁUSULA LIBERATORIA

El presente informe es obra de muchos voluntarios de diferentes Administraciones y empresas. La mención de empresas o productos específicos no implica respaldo o recomendación alguna por parte de la UIT.

Examen de las tecnologías de acceso para las comunicaciones de banda ancha

ÍNDICE

Página

Glosario	v
Introducción.....	ix
Sección I – Asuntos generales de la tecnología de banda ancha	1
I.1 Ventajas socioeconómicas de las tecnologías de banda ancha en las telecomunicaciones.....	1
I.2 Aplicaciones de banda ancha en las telecomunicaciones	2
I.2.1 Cibersanidad.....	3
I.2.2 Teletrabajo.....	4
I.2.3 Cibergobierno.....	6
I.2.4 Ciberagricultura.....	8
I.2.5 Ciberaprendizaje.....	10
I.2.6 Telecomunicaciones en apoyo de la seguridad pública, la prevención de catástrofes y las operaciones de socorro en casos de catástrofe	11
I.2.7 Aplicaciones para pequeñas empresas.....	13
I.2.8 Ciberturismo	13
I.2.9 Aplicaciones recreativas	13
I.2.10 Recopilación de información.....	14
I.2.11 Necesidades de capacidad para determinadas aplicaciones.....	14
I.3 Instalación de la tecnología de banda ancha	15
I.3.1 Análisis del cuestionario sobre el acceso de banda ancha: principales conclusiones	15
I.3.2 Cuestiones de género e instalación de la tecnología de banda ancha	17
I.3.3 Estrategias para fomentar el desarrollo de la banda ancha	18
Sección II – Matrices tecnológicas.....	22
II.1 Tecnologías alámbricas de acceso en banda ancha.....	22
II.1.1 Matriz tecnológica DSL	22
II.1.2 Matriz de cable básica	24
II.1.3 Matriz de sistemas de fibra hasta las instalaciones (FTTP).....	26
II.1.4 Matriz de multiplex por división de longitud de onda densa.....	29
II.1.5 Matriz de jerarquía digital síncrona.....	31
II.2 Tecnologías de acceso de banda ancha inalámbricas.....	33
II.2.1 Matriz de la tecnología de red de área local inalámbrica (RLAN).....	34
II.2.2 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha fijos.....	38
II.2.3 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha móviles	46
II.2.4 Acceso en banda ancha como posible solución para la radiodifusión de la televisión digital interactiva.....	56
II.3 Matriz de sistemas de satélite	62
II.3.1 Acceso en banda ancha por satélite	62
II.3.2 Matriz de red de los terminales de muy pequeña apertura (VSAT)	67
II.4 Tecnologías en el proceso de normalización	68
II.4.1 Solución «Canopy» para la matriz de acceso inalámbrico de banda ancha fijo ...	68
II.4.2 Airstar: Un sistema de multiservicio para el acceso inalámbrico fijo de banda ancha.....	70
II.4.3 angel: Sistema de acceso inalámbrico fijo de banda ancha que no requiere visibilidad directa	73
II.4.4 SR 500-ip: Sistema de acceso inalámbrico fijo de banda ancha para zonas distantes	76

Sección III – Experiencia de los países	80
III.1 África	80
III.1.1 Instalación de un acceso inalámbrico de banda ancha en Malí (África)	80
III.1.2 Instalación de un acceso inalámbrico de banda ancha móvil en la República Sudafricana	80
III.2 América	80
III.2.1 Canadá	80
III.2.2 Ecuador	85
III.2.3 México	85
III.2.4 Perú	86
III.2.5 Estados Unidos	88
III.3 Asia	90
III.3.1 Australia	90
III.3.2 China: Establecimiento de los servicios de banda ancha y sus aplicaciones en China	92
III.4 Europa	95
III.4.1 Plan de Acción eEurope 2005	95
III.4.2 Irlanda	97
III.4.3 Noruega	98
III.4.4 Suecia	99
III.4.5 Israel: Instalación de la norma 802.16 en zonas rurales	102
III.5 Asia-Pacífico	104
III.5.1 Niue: Wi-Fi en Niue, Pacífico Sur	104
ANEXO I – Definición de la Cuestión	105
ANEXO II – Análisis de las respuestas al cuestionario	107
ANEXO III – Cuestiones y Recomendaciones de interés y Comisiones de Estudio pertinentes de otros Sectores de la IT	139
ANEXO IV – Directrices sobre Prácticas Idóneas para propiciar conexiones de banda ancha y de Internet de bajo costo	140

Glosario

3G	Comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation mobile communications</i>)
3GPP	Proyecto sobre asociación para comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation partnership project</i>)
3GPP2	Proyecto 2 sobre asociación para comunicaciones móviles de la tercera generación (<i>third-generation partnership project 2</i>)
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
ANT	Hipótesis de transporte de red de acceso (<i>access network transport scenarios</i>)
AP	Punto de acceso (<i>access point</i>)
APON	Redes ópticas pasivas asíncronas (<i>asynchronous passive optical networks</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrona (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATSC	Comité para sistemas de televisión avanzados (<i>advanced television system committee</i>)
BS	Estación de base (<i>base station</i>)
BWA	Acceso inalámbrico de banda ancha (<i>broadband wireless access</i>)
CATV	Sistema de televisión por antena colectiva (<i>community antenna television system</i>)
CCK	Modulación por código complementario (<i>complementary code keying</i>)
CDMA	Acceso múltiple por división de código (<i>code division multiple access</i>)
CMTS	Sistema de terminación en modo cable (<i>cable mode termination system</i>)
CO	Oficina central (<i>central office</i>)
COFDM	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada (<i>code orthogonal frequency division multiplex</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CWDM	Multiplexión por división de longitud de onda aproximada (<i>coarse wave division multiplexing</i>)
DBS	Radiodifusión directa por satélite (<i>direct broadcasting by satellite</i>)
DFS	Selección dinámica de frecuencias (<i>dynamic frequency selection</i>)
DMB-T	Radiodifusión digital terrenal de multimedios (<i>digital multimedia broadcasting – terrestrial</i>)
DRB	Radiodifusión sonora digital (<i>digital radio broadcasting</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
DSL ISDN	Línea de abonado digital basada en la RDSI (<i>ISDN based digital subscriber line</i>)
DSP	Tratamiento de señales digitales (<i>digital signal processing</i>)
DSSS	Espectro ensanchado con secuencia directa (<i>direct sequence spread spectrum</i>)
DVB	Radiodifusión digital de televisión (<i>digital video broadcasting</i>)
DVB-H	Radiodifusión digital de televisión a dispositivos de mano (<i>digital video broadcasting – Handheld</i>)
DVB-T	Radiodifusión digital terrenal de televisión (<i>digital video broadcasting – terrestrial</i>)

DWDM	Multiplexión por división de longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplex</i>)
DXC	Transconexión digital (<i>digital cross connect</i>)
EPON	Red óptica pasiva Ethernet (<i>Ethernet passive optical network</i>)
ETS	Norma europea de telecomunicación (<i>european telecommunication standard</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FDD	Dúplex por división de frecuencia (<i>frequency division duplex</i>)
FHSS	Espectro ensanchado con salto de frecuencia (<i>frequency hopping spread spectrum</i>)
FTTC	Fibra hasta el punto de acometida (<i>fiber to the curb</i>)
FTTH	Fibra hasta el hogar (<i>fiber to the home</i>)
FTTP	Fibra hasta los locales (<i>fiber to the premises</i>)
FWA	Acceso inalámbrico fijo (<i>fixed wireless access</i>)
GoS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
GSO	Satélite en órbita geoestacionaria (<i>geostationary orbit satellite</i>)
HDSL	Línea de abonado digital a alta velocidad binaria (<i>high-bit rate digital subscriber line</i>)
HEO	Satélites en órbita elíptica muy inclinada (<i>highly-enclined elliptical orbit satellites</i>)
HFC	Sistema híbrido de fibra óptica/cable coaxial (<i>hybrid fiber-coax</i>)
IETF	Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IDU	Unidad de interior/interna (<i>indoor/internal unit</i>)
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales (<i>international mobile telecommunications</i>)
IMT-DS	Telecomunicaciones móviles internacionales con ensanchamiento directo (<i>international mobile telecommunications direct spread</i>)
IMT-FT	Telecomunicaciones móviles internacionales – frecuencia/tiempo (<i>international mobile telecommunications frequency time</i>)
IMT-MC	Telecomunicaciones móviles internacionales multiportadora (<i>international mobile telecommunications multi carrier</i>)
IMT-SC	Telecomunicaciones móviles internacionales monoportadora (<i>international mobile telecommunications single carrier</i>)
IMT-TD	Telecomunicaciones móviles internacionales con división en el tiempo (<i>international mobile telecommunications time division</i>)
IMS	Subsistema multimedios IP (<i>IP multimedia subsystem</i>)
IP	Protocolo Internet (Internet Protocol)
iTV	Radiodifusión de televisión interactiva (<i>interactive television broadcasting</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LEO	Satélites en órbita terrena baja (<i>low earth orbit satellites</i>)

MAC	Control de acceso a medios (<i>medium access control</i>)
MEO	Satélites en órbita terrestre media (<i>medium earth orbit satellites</i>)
MEPG	Grupo de Expertos sobre imágenes en movimiento (<i>moving picture experts group</i>)
MHP	Plataforma multimedios doméstica (<i>multimedia home plateform</i>)
NAC	Canal de acceso a red (<i>network access channel</i>)
NTN	Nodo de terminación de red (<i>network termination node</i>)
NGSO	Satélites en órbita no geoestacionaria (<i>non-ceostationary orbit satellites</i>)
NLOS	Sin visibilidad directa (<i>non line-of-sight</i>)
NRN	Nodo repetidor de red (<i>network repeater node</i>)
ODU	Unidad de exterior/externa (<i>outdoor/external unit</i>)
OFDM	Multiplexión por división ortogonal de frecuencia (<i>orthogonal frequency division multiplexing</i>)
OFDMA	Modo de acceso a multiplexión por división ortogonal de frecuencia (<i>orthogonal frequency division multiplexing access mode</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open system interconnect</i>)
OSP	Planta exterior (<i>outside plant</i>)
P2MP	Punto a multipunto (<i>point-to-multipoint</i>)
P2P	Punto a punto (<i>point-to-point</i>)
PC	Computador personal (<i>personal computer</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PDSN	Nodo servidor de datos por paquetes (<i>packet data serving node</i>)
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PONs	Redes ópticas pasivas (<i>passive optical networks</i>)
POTS	Servicio telefónico ordinario (<i>plain old telephone service</i>)
PYME	Pequeñas y medianas empresas (<i>small and medium sized enterprises</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (<i>quadrature phase shift key</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-T	Red digital terrenal de servicios integrados
RF	Radiofrecuencia (<i>radio frequency</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RLAN	Red radioeléctrica de área local (<i>radio local area network</i>)
ROW	Derecho de paso (<i>right of way</i>)

RTPC	Red telefónica pública conmutada
SDAF	Función de adaptación dependiente del satélite (<i>satellite dependent adaptation function</i>)
SHDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (<i>single pair high bite rate digital subscriber line</i>)
SI-SAP	Punto de acceso al servicio independiente del satélite (<i>satellite-independent service access point</i>)
SSMF	Fibra monomodo normalizada (<i>standard single mode fiber</i>)
STs	Terminales de satélite (<i>satellite terminals</i>)
STLs	Enlaces estudio-transmisor (<i>studio-to-transmitter links</i>)
STM	Módulo de transporte síncrono (<i>synchronous transport module</i>)
TCPAM	Modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (<i>trellis coded pulse amplitude modulation</i>)
TDD	Dúplex por división en el tiempo (<i>time division duplex</i>)
TD-SCDMA	Acceso múltiple por división de código con sincronismo y división en el tiempo (<i>time division synchronous code division multiple access</i>)
TIA	Asociación de industrias de telecomunicación (<i>telecommunications industry aassociation (USA)</i>)
UHF	Ondas decimétricas (<i>ultra high frequency</i>)
USB	Bus serial universal (<i>universal serial bus</i>)
UWB	Ultra banda ancha (<i>ultra wide band</i>)
VDSL	Línea de abonado digital de muy alta velocidad (<i>very high digital subscriber line</i>)
VHF	Ondas métricas (<i>very high frequency</i>)
VoIP	Protocolo de transmisión de la voz por Internet (<i>voice-over-Internet protocol</i>)
VSAT	Terminal de muy pequeña apertura (<i>very small aperture terminal</i>)
WAN	Red de área extensa (<i>wide area network</i>)
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha (<i>wideband code division multiple access</i>)
WCS	Servicios de comunicaciones inalámbricas (<i>wireless communication services</i>)
WDM	Multiplexión por división de longitud de onda (<i>wavelength division multiplex</i>)
WEP	Privacidad equivalente a la alámbrica (<i>wired equivalent privacy</i>)
Wi-Fi	Fidelidad inalámbrica (<i>wireless fidelity</i>)
WiMAX	Interoperabilidad mundial del acceso por microondas (<i>world wide interoperability for microwave access</i>)
WLAN	Red de área local inalámbrica (<i>wireless local area network</i>)
WLL	Bucle local inalámbrico (<i>wireless local loop</i>)
WMAN	Red de acceso metropolitano inalámbrico (<i>wireless metropolitan access network</i>)
WPAN	Red de acceso personal inalámbrica (<i>wireless personal access network</i>)
ZWPF	Fibra con atenuación nula debida al agua (<i>zero water peak fibers</i>)

Introducción

Una de las tendencias más recientes para mejorar los sistemas de comunicaciones entraña la utilización de tecnología de banda ancha. Muchas personas asocian la banda ancha con una velocidad de transmisión determinada o cierto conjunto de servicios y/o aplicaciones, tales como el bucle de abonado digital (DSL) o las redes de área local inalámbricas (WLAN). Sin embargo, puesto que las tecnologías de banda ancha están en continua evolución, la definición de la banda ancha también se va modificando. Hoy en día, el término banda ancha describe normalmente a las recientes conexiones, incluidas las de Internet que funcionan entre 5 y 2 000 veces más rápido que las anteriores tecnologías de marcación por Internet. No obstante, el término banda ancha no se refiere a una velocidad determinada ni a un servicio específico¹.

La tecnología de banda ancha permite la transmisión a alta velocidad de señales vocales, vídeo y de datos por redes. La introducción de las tecnologías de banda ancha, las cuales incluyen, entre otras, la línea de abonado digital (DSL), la antena colectiva, la fibra óptica, los satélites y los servicios inalámbricos fijos y móviles, ha permitido transformar en realidad en todo el mundo a las formas de telecomunicación tradicionales y nuevas. Puesto que la geografía y la topografía son muy distintas de un país a otro, las tecnologías que funcionan bien en una zona geográfica podrían no funcionar tan bien en otra. Así pues, corresponde a cada localidad individual – ya se trate de una aldea, una ciudad, un estado, una provincia o un país – determinar cuáles son las tecnologías que mejor se adaptan a sus necesidades.

La finalidad de este Informe es proporcionar información a las esferas decisorias y a los representantes de la industria de los países menos adelantados de todo el mundo sobre los factores de orden técnico, económico y evolutivo que influyen en el despliegue eficaz de tecnologías de acceso de banda ancha y sus aplicaciones. El Informe está organizado en tres secciones:

- a) La sección que trata de los asuntos generales de la banda ancha girará en torno a las ventajas socio-económicas de la banda ancha, las estrategias para promover la instalación y utilización de tecnologías de acceso y aplicaciones de banda ancha, junto con un análisis del Cuestionario (CA 25/Doc. 004) que versa sobre los factores económicos, técnicos y de desarrollo que influyen en la propagación de las tecnologías de banda ancha.
- b) La sección que trata de los asuntos técnicos comprenderá una breve sinopsis de las tecnologías disponibles que se pueden utilizar para ofrecer acceso de banda ancha a los usuarios, una matriz tecnológica y varios estudios de caso.
- c) La tercera sección contiene varias experiencias de países que ilustran mejor los factores tecnológicos, económicos y sociales que influyen en la instalación de tecnologías de acceso de banda ancha, o son influenciados por las mismas. En el presente Informe las experiencias de los países resultan sumamente útiles porque son ejemplos de situaciones reales en las cuales los gobiernos y organizaciones han debido aplicar estrategias creativas e innovadoras para ofrecer servicios de banda ancha a sus habitantes. Después de estudiar las experiencias de los países que figuran en el presente Informe, los países en desarrollo podrán ahorrar tiempo, dinero y recursos pues habrán aprendido de los ejemplos de otras comunidades que han tenido que afrontar problemas similares de instalación de tecnologías de banda ancha y acceso a las mismas.

Los países y tecnologías mencionados en el presente Informe se han escogido porque se mencionan en una contribución sobre la Cuestión 20-1/2 o se han puesto de relieve en algunos Informes de la UIT sobre banda ancha y otras publicaciones. Se invita a otros países y a los Miembros de Sector interesados a presentar contribuciones para la futura actualización de este Informe.

¹ Informes de la UIT sobre Internet: «Nacimiento de la banda ancha», Unión Internacional de Telecomunicaciones; septiembre de 2003.

Sección I – Asuntos generales de la tecnología de banda ancha

I.1 Ventajas socioeconómicas de las tecnologías de banda ancha en las telecomunicaciones

La banda ancha facilita un mayor acceso a la sociedad de la información, a menor costo, a un mayor número de personas en todo el mundo. Además, la banda ancha ofrece múltiples aplicaciones (telefonía de voz por IP, aplicaciones Internet, aplicaciones de televisión/vídeo y de audio) a través de una sola red². En el caso de los países en desarrollo, el acceso a Internet contribuye a ofrecer servicios que anteriormente resultaban inalcanzables, tales como el ciberaprendizaje, unas comunicaciones asequibles y conocimientos técnicos en la esfera de la medicina, además de encerrar la posibilidad de poner aún más al alcance estos beneficios al reducir los costos y aumentar el volumen de información intercambiada. En el Informe sobre Internet «El nacimiento de la banda ancha»³ se exponen algunas de las formas según las cuales la banda ancha tiene un efecto en las sociedades de todo el mundo:

- Se potencia el intercambio de conocimientos asegurando un acceso equitativo a Internet, que se considera una fuente de información sobre actividades educativas, científicas, económicas, sociales, políticas y culturales⁴.
- La banda ancha se está transformando en un instrumento cada vez más importante que es accesible para todos con miras al logro de unas telecomunicaciones verdaderamente ubicuas. Esto contribuye a alcanzar el objetivo de ofrecer acceso a los conocimientos a todas las personas a título de derecho humano básico; un objetivo que ha sido mencionado en numerosas declaraciones regionales e internacionales y que constituye uno de los principales lemas de los principios consignados en el marco de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) de las Naciones Unidas⁵.
- El desarrollo de la banda ancha también trae consigo un cambio paradigmático en el nivel de informatización y, por consiguiente, en la responsabilidad, sobre todo de los procesos gubernamentales. Un mayor acceso público a la información relacionada con el Gobierno y la divulgación de informaciones en redes públicas pone de manifiesto un compromiso para con los principios de democracia y gobernanza eficaz.

Además de sus efectos en la esfera social, la banda ancha se considera un acelerador del desarrollo económico. Es muy común que, tras el acceso a la banda ancha, se incremente la productividad laboral. La banda ancha brinda asimismo la posibilidad de amalgamar servicios y permite a los operadores de telecomunicaciones ofrecer más servicios a los consumidores a precios más bajos, dando así lugar a una mayor eficacia en términos de tiempo y dinero. Además, como resultado de la banda ancha, se crean nuevas industrias o filiales de las mismas. A medida que aumenten las tasas de penetración de la banda ancha en las telecomunicaciones, habrá un incremento en la demanda de computadores y equipos de red domésticos, así como dispositivos portátiles inalámbricos y otros equipos que facilitan la utilización de la banda ancha. Los beneficios económicos de la banda ancha también se pueden atribuir a factores indirectos, principalmente la intensificación de las aplicaciones de comercio electrónico, la disminución del número de desplazamientos diarios, el aumento de las actividades recreativas, la telefonía Internet y ahorros en asistencia sanitaria gracias a la reducción de los costos derivados de una telemedicina compleja⁶. Para el sector comercial de la distribución, los beneficios económicos son el resultado de una distribución eficiente de bienes, servicios e información. Por lo tanto, los beneficios económicos de la banda ancha no se limitan a las fuentes directas e indirectas.

² Informes de la UIT sobre Internet: «Nacimiento de la banda ancha»; Unión Internacional de Telecomunicaciones; septiembre de 2003.

³ Informes de la UIT sobre Internet: «Nacimiento de la banda ancha»; Unión Internacional de Telecomunicaciones; septiembre de 2003.

⁴ Véase: www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromoteBroadband.doc

⁵ Declaración de principios de la CMSI: www.itu.int/ws/sis

⁶ Ben Mackin, «The value of Widespread Broadband», Entrepreneur.com, 13 de agosto de 2002.

Por ejemplo, en Estados Unidos se han publicado varios estudios sobre los beneficios económicos que genera en la actualidad la instalación de tecnologías de banda ancha. En un estudio realizado en julio de 2001 por Robert Crandall y Charles Jackson, se estima que en los Estados Unidos la banda ancha podría generar más de 500 mil millones USD por año durante los próximos 15 ó 25 años, si se instalan las tecnologías de banda ancha en todo el país⁷. Además, la Corporation for Network Initiatives in California (CENIC) prevé que los beneficios de la banda ancha para el Estado serán muy apreciables. La iniciativa sobre banda ancha de California «One Gigabit or Bust» promete crear 2 millones de puestos de trabajo y un crecimiento estimado del producto estatal bruto (PEB) de 376 mil millones de USD para 2010. Esto equivaldría a un aumento del 17 por ciento en el PIB per cápita, frente a un magro 3 por ciento de aumento si no se despliega la banda ancha de forma generalizada⁸.

A muchos países y gobiernos de todo el mundo les podrían preocupar los gastos que entraña la instalación de redes de banda ancha; no obstante, con incentivos económicos y una política de reglamentación favorable, esto se puede realizar de una manera rentable y eficaz. La instalación de redes de banda ancha puede transformarse en realidad si se conceden incentivos fiscales para su despliegue, tales como créditos impositivos, dádivas, préstamos subvencionados o con interés bajo, apoyo para actividades de investigación y desarrollo de tecnologías de banda ancha⁹.

I.2 Aplicaciones de banda ancha en las telecomunicaciones

Gracias al surgimiento de las tecnologías de banda ancha se puede concebir un sinnúmero de nuevas aplicaciones, o bien perfeccionar las aplicaciones existentes mucho más allá de las capacidades actuales que se limitan únicamente al acceso a Internet con marcación. Entre esas aplicaciones cabe citar las siguientes:

- Cibersanidad
- Teletrabajo
- Ciberobierno
- Ciberagricultura
- Ciberaprendizaje
- Seguridad pública
- Aplicaciones para personas discapacitadas
- Aplicaciones relacionadas con los servicios públicos
- Asistencia a pequeñas empresas
- Compilación de información
- Ciberturismo
- Comercio electrónico
- Actividades recreativas

Aunque ésta no es una lista exhaustiva, las aplicaciones indicadas son algunas de las más importantes en lo que se refiere a la utilización de la banda ancha. En el capítulo siguiente se describen algunas de las aplicaciones de banda ancha utilizadas más comúnmente y se dan ejemplos reales de la manera en que se ha utilizado la banda ancha a escala mundial para facilitar estos servicios.

⁷ Robert Crandall and Charles Jackson. «*The \$500 Billion Opportunity: The potential Economic Benefits of Widespread Diffusion of Broadband Internet Access*», Criterion Economics, L.L.C., Washington D.C., julio de 2001.

⁸ Corporation for Education Initiative in California. www.cenic.org

⁹ «*Broadband Bringing Home the Bits*», Washington D.C.: National Academy Press, 2002, p. 168.

1.2.1 Cibersanidad

Una de las primeras aplicaciones que vio la luz gracias a la tecnología de banda ancha es la cibersanidad (a la que también se denomina telemedicina). La cibersanidad no se limita a elaborar un diagnóstico médico y tratar pacientes utilizando el acceso a telecomunicaciones a alta velocidad con transmisión bidireccional de voz, vídeo y datos; también se refiere a la posibilidad que tienen los consumidores de comprar en línea material médico o medicamentos.

Las tecnologías de banda ancha han permitido realizar grandes descubrimientos en el campo médico. La cibersanidad permite a los pacientes de edad muy avanzada, que están muy enfermos o que viven en zonas rurales muy retiradas de las instalaciones médicas, ir a «ver» al doctor y recibir atención médica utilizando equipos médicos y tecnología de imágenes digitales. Por consiguiente, la cibersanidad facilita el acceso y mejora la calidad de la asistencia médica para todos aquellos que no pueden acudir al médico, y además permite establecer un primer diagnóstico y prescribir un tratamiento médico. La cibersanidad también facilita la capacitación médica a distancia de las personas que pueden ayudar a los doctores y a los pacientes en el proceso de establecer un diagnóstico. Además de reducir los costos de transporte, la cibersanidad también incentiva la compartición de los recursos escasos disponibles para la asistencia médica.

Existen muchos ejemplos en el mundo entero sobre la extraordinaria influencia de la cibersanidad en la sociedad. Una de las maravillas del correo electrónico es que, con la tecnología adecuada, se puede utilizar en cualquier lugar. A continuación se citan algunos ejemplos sobre los lugares y la manera en que se ha utilizado la cibersanidad gracias a la banda ancha.

- El Departamento de Telerradiología en el Buchanan Memorial Hospital de Canadá utilizó la tecnología de las telecomunicaciones de banda ancha para hacer un diagnóstico del estado de un paciente que se encontraba a 270 kilómetros de distancia, y de este modo se le pudo prestar asistencia médica adecuada sin que el paciente tuviera que desplazarse¹⁰.
- Varios pacientes que vivían en una zona apartada en Canadá fueron tratados por un dermatólogo que se encontraba a más de 140 km de distancia utilizando la tecnología de las telecomunicaciones de banda ancha por satélite. Si no se hubiera contado con esta tecnología, esos pacientes habrían tenido que esperar varios meses hasta que el especialista se hubiera desplazado hasta esta zona retirada¹¹.
- En Ontario, la Canadian Hearing Society ha planificado varios proyectos utilizando la tecnología de banda ancha con el fin de ofrecer servicios interactivos y facilitar el acceso a la educación, al trabajo y a la telecomunicación a los invidentes o personas con problemas auditivos¹².
- En Rusia, el objetivo principal de la Fundación de Cibersanidad de Rusia es utilizar la tecnología de banda ancha para realizar consultas de telemedicina entre Rusia y otros países de Europa y América del Norte, así como a lo largo y ancho del país¹³.
- En los últimos años, el Consorcio sobre Aplicaciones de Informática y Tecnología Médica (MedITAC¹⁴) ha tenido resultados satisfactorios en sus viajes a Ecuador. Los equipos médicos y técnicos han llevado a cabo muchos proyectos en este país, en particular la transmisión electrónica de los datos preoperatorios del paciente; la instalación de un Registro Médico Electrónico (Electronic Medical Record, EMR) en Ecuador; la formación de colaboradores para introducir, exportar e importar datos; la transmisión de

¹⁰ Canadian Broadband Taskforce Report. «*Networking the Nation for Broadband Access*», 2001, página 29.

¹¹ Canadian Broadband Taskforce Report. «*Networking the Nation for Broadband Access*», 2001.

¹² Canadian Broadband Taskforce Report. «*Networking the Nation for Broadband Access*», 2001, página 20.

¹³ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

¹⁴ El Medical Informatics and Technology Applications Consortium tiene su sede en el campus de la facultad de medicina en la Virginia Commonwealth University en Estados Unidos.

ficheros de texto desde pueblos apartados hasta grandes urbes mediante sistemas radioeléctricos de alta frecuencia; y la transmisión en directo de una intervención quirúrgica de hernia desde una unidad operatoria móvil en la forma de imágenes de una cámara laparoscópica, mientras que desde Richmond un equipo de cirujanos daba indicaciones¹⁵.

- En Turquía, MedITAC envió a dos personas a la Asociación turca de Médicos por la Paz (Turkey with Physicians for Peace) (cuya sede está en Norfolk, Virginia, EE.UU.) para impartir un curso multimedia sobre la rehabilitación de personas que han sido víctimas de minas antipersonales. Esta asociación tiene como objetivo crear un currículum multimedia en el terreno que se pueda utilizar en las operaciones de socorro a víctimas de minas antipersonales en todo el mundo¹⁶.
- En Uzbekistán, el Sistema de Teleconsulta del Centro Republicano de Medicina de Emergencia es uno de los centros médicos más grande de Tashkent, la capital del país. A largo plazo el principal objetivo del centro en materia de telemedicina es conectar con banda ancha el principal centro de emergencia con sus 12 oficinas regionales y el Centro Nacional de Investigación en Cirugía. En una primera etapa, las transmisiones de cibernidad utilizarán la tecnología Internet de almacenamiento y retransmisión. Más adelante, cuando se mejore la calidad de la infraestructura de telecomunicaciones del país con la instalación de RDSI, se utilizarán sistemas de videoconferencia. El sistema se utilizará principalmente en telerradiología.

Si desea más información sobre aplicaciones de telemedicina y cibernidad, tenga a bien consultar los trabajos en curso sobre la Cuestión 14-1/2, «Aplicación de las telecomunicaciones a la salud»¹⁷.

I.2.2 Teletrabajo

El teletrabajo, ya sea desde casa o desde otro lugar, como por ejemplo desde un telecentro que se encuentra fuera de la oficina habitual de la persona, es una aplicación importante de la banda ancha a las telecomunicaciones. Gracias al teletrabajo el trabajador y el empleador pueden ahorrar tiempo y dinero, y además las personas con discapacidades o algún impedimento físico pueden ejercer una actividad profesional. Aunque por lo general el teletrabajo se define como «trabajar desde el hogar», el concepto es más amplio. Teletrabajo también se refiere a oficinas de trabajo virtuales o por satélite. En una oficina virtual, los empleados comparten un espacio pequeño en un local cercano del empleador, utilizan locales de manera alternada, o participan en un plan de centro de teletrabajo por el que se paga un canon¹⁸.

Muchas personas creen que el teletrabajo puede cambiar considerablemente sus vidas. Gracias a la utilización de la tecnología de banda ancha en el teletrabajo se ahorra el tiempo de los desplazamientos al lugar de trabajo, de modo que queda más tiempo para trabajar. Este aspecto es especialmente importante en zonas donde la densidad de población es alta, el tráfico y la contaminación causada por éste son muy elevados, así como en zonas distantes donde es necesario recorrer grandes distancias para ir a trabajar. El teletrabajo también puede mejorar la productividad al reducir las distracciones propias de las oficinas, pues evitan que se tenga que suspender el trabajo por otros asuntos prioritarios y se eliminan las interrupciones¹⁹.

¹⁵ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

¹⁶ www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm

¹⁷ www.itu.int/ITU-D/webdocuments/list_new.asp?question=Q14-1/2&lang=en&period=2002

¹⁸ Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», julio de 2002, página 5.

¹⁹ Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», julio de 2002, página 5.

A juicio de muchas empresas, el teletrabajo presenta importantes ventajas, tanto para los empleados como para los empleadores, y puede resultar una manera económica de contratación. Gracias al teletrabajo es posible reducir los gastos de alquiler de oficinas y de aparcamiento, además de los ahorros en concepto de viajes de negocios, dado que ya no es necesario desplazarse para asistir a las reuniones. Asimismo, puede ofrecer la flexibilidad necesaria para que trabajadores muy calificados acepten trabajos que, en otras circunstancias, no aceptarían por las condiciones del empleo o la ubicación.

El teletrabajo que utiliza las tecnologías de banda ancha también puede facilitar la realización de proyectos en grupo y proyectos en colaboración con profesionales que se encuentran en diferentes lugares. Esto ayuda a rentabilizar y a sacar el mayor provecho a los exiguos recursos económicos y profesionales. El teletrabajo, utilizado juntamente con videoconferencias y transmisiones de secuencias de audio y vídeo facilita a los empleados la colaboración en proyectos, reduce la necesidad de asistir a reuniones, y por consiguiente la necesidad de viajar, llegando a los mismos resultados que si se estuviera físicamente presente a la gente o se asistiera a las presentaciones en vivo.

El teletrabajo también puede ayudar a personas discapacitadas que actualmente tienen un trabajo poco remunerado o están desempleadas debido a dificultades de comunicación o problemas de transporte a una oficina lejos de casa o de otros lugares. Dada la rapidez con que se realiza la conexión y la facilidad de transmisión bidireccional de voz, vídeo y datos, la banda ancha permite presentar información en múltiples formatos, tales como audio, vídeo, y con subtítulos, que se adaptan mejor a aquellas personas que tienen alguna discapacidad física. Por este motivo, la tecnología de banda ancha pone a disposición una amplia gama de formas de telecomunicación que ayudan a presentar de manera más apropiada la información de acuerdo con las necesidades de las personas²⁰.

Otra ventaja que ofrece la utilización de banda ancha para facilitar el teletrabajo es que puede mejorar las tasas de retención del empleado, de manera que se reducen los gastos de contratación y de otro tipo, por ejemplo publicidad, entrevistas y formación, que entraña la contratación de nuevos empleados. También puede disminuir el ausentismo dado que las personas tendrían más flexibilidad y facilidad para coordinar sus actividades laborales con las del hogar, con lo cual tendrían menos necesidad de pedir días libres o aducir que están enfermas para realizar esas dos actividades. En resumen, el teletrabajo puede convertirse en un instrumento para ahorrar considerablemente tiempo y dinero en industrias muy diferentes.

Las empresas grandes y pequeñas pueden beneficiarse del teletrabajo. Una filial de una gran compañía multinacional, Siemens Enterprise Networks, ha logrado ahorros considerables fomentando el teletrabajo, que pasó a representar una parte considerable de las actividades en 1996. A mediados de 2002, el 20% de los 3000 empleados se habían convertido en teletrabajadores a tiempo completo, y el 40% en trabajadores móviles²¹. El teletrabajo permitió que la compañía disminuyera en un 35% el número de oficinas en todo el país y nada más que la filial, con 3000 empleados, logró ahorrar anualmente más de 3 millones USD en bienes raíces.

Muchas empresas pequeñas y personas que trabajan por su cuenta también se han beneficiado con el teletrabajo. Con el fin de ayudar a las empresas más pequeñas en las comunidades rurales, el gobierno de Estados Unidos promueve de manera activa los beneficios del teletrabajo en el país mediante la Ley de activos agrícolas y de inversiones rurales de 2002 (Farm Security and Rural Investment Act), promulgada el 13 de mayo de 2002. La ley estipula la asignación de subsidios de 500 000 USD a cada una de las comunidades rurales para que creen sitios de teletrabajo. Los subsidios se atribuyen a organizaciones sin ánimo de lucro, instituciones educativas, y tribus de nativos americanos. La ley también autoriza al Ministro de Agricultura de Estados Unidos a crear y poner en funcionamiento un instituto nacional de teletrabajo rural. El instituto llevará a cabo actividades de divulgación para las comunidades y los trabajadores rurales; creación de proyectos innovadores de teletrabajo de acuerdo con las necesidades del mercado y empresas de

²⁰ Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», julio de 2002, página 5.

²¹ Siemens Enterprise Networks – Facts on Teleworking Products and Practices Press Release, 2001.

capital de riesgo en colaboración con el sector privado, con miras a contratar trabajadores en las zonas rurales para realizar trabajos que promueven la autosuficiencia económica; apoyo al sector empresarial privado que comienza a utilizar el teletrabajo; y apoyo y asistencia a proyectos de teletrabajo y a particulares a nivel nacional y local²².

1.2.3 Cibergobierno

Dado que ante todo se trata de una entidad que presta servicios, el gobierno se encuentra en una posición privilegiada que le permite beneficiarse de las tecnologías de banda ancha. Los gobiernos pueden utilizar la banda ancha para que los sistemas tradicionales resulten más fáciles de utilizar y crear servicios adaptados al público en general.

Las aplicaciones del cibergobierno pueden ayudar a los ciudadanos a resolver problemas. El cibergobierno permite a los ciudadanos obtener información sobre los servicios básicos que presta el gobierno, rellenar formularios electrónicos y obtener información gracias al autoservicio en línea. A medida que aumenta el número de personas que acceden a los servicios en línea y los utilizan, es muy probable que se reduzcan las transacciones en papel, vocales y personales, las cuales son más costosas, lo que traerá como consecuencia una reducción del costo de los servicios que se ofrecen²³. Del mismo modo, los organismos gubernamentales tendrán mayor capacidad para centrar sus esfuerzos en la prestación de servicios de calidad o en el aumento del número de servicios que prestan.

Gracias a la banda ancha la interacción entre el gobierno y los ciudadanos es más apropiada para éstos, ya que reduce el tiempo que se emplea para obtener información. Así pues, no será necesario hacer llamadas o desplazarse hasta las oficinas del gobierno durante las horas de trabajo, dado que el ciudadano realizará las actividades en el momento en que considere oportuno. Además, aquellas personas que trabajan hasta tarde o en turnos, las personas de tercera edad o aquellos que tienen problemas para desplazarse o están discapacitados tendrán las mismas oportunidades que los demás a la hora de obtener información²⁴.

Entre los servicios que se pueden suministrar utilizando el cibergobierno se encuentran: la renovación del permiso de conducir; la creación de un censo electoral y votación; la prestación combinada de diversos servicios públicos sin necesidad de saber las funciones de cada entidad; la solicitud del certificado de nacimiento, defunción o matrimonio; relleno del formulario y pago de impuestos; y la obtención de licencias comerciales²⁵. También figuran, el relleno de formularios para solicitar asistencia financiera, y el relleno de solicitudes en algunos programas estatales para la subvención de viviendas y de ayuda a la educación y de otra índole.

El cibergobierno que posibilita la tecnología de banda ancha ofrece ventajas tanto a los ciudadanos como al propio gobierno. Para el gobierno, la banda ancha mejoraría las labores de gestión, y reduciría el despilfarro, el fraude y los abusos. Se pueden realizar en línea muchas transacciones de administración pública interna, en particular los reembolsos de gastos de viaje, cambios de dirección, modificaciones a los fondos de pensión, etc.²⁶. La tecnología de banda ancha también permitiría al gobierno ahorrar dinero en concepto de envío por correo, impresiones y manipulación. En resumen, la prestación de servicios electrónicos puede cambiar los modelos de gestión de los recursos humanos y mejorar el rendimiento orgánico²⁷.

²² Ley de activos agrícolas y de inversiones rurales de 2002 (Farm Security and Rural Investment Act. Consulte la dirección: www.fsa.usda.gov/dam/BUD/PL107.171.pdf

²³ Andrew Leigh y Robert Atkinson, «*Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government*», Progressive Policy Institute, noviembre de 2001.

²⁴ Andrew Leigh y Robert Atkinson, «*Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government*», Progressive Policy Institute, noviembre de 2001.

²⁵ M. Cook, «*What Citizens Want from E-Government*», Center for Technology in Government, University of Albany/SUNY, www.ctg.albany.edu/resources/htmlrpt/e-government/what_citizens_want.html

²⁶ Leigh Atkinson, «*Breaking Down the Bureaucratic Barriers: The Next Phase of Digital Government*», noviembre de 2001, página 7.

²⁷ S. Cohen. and W. Eimicke, «*The Use of the Internet in Government Service Delivery*», PWC Endowment for the Business of Government, 2001. Consulte la dirección www.endowment.pwcglobal.com

A continuación se citan unos cuantos ejemplos de países que han utilizado la tecnología de banda ancha para crear un gobierno electrónico²⁸:

- En el distrito Dhar de India Central, en el marco del proyecto Gyandoot, se han creado quioscos informativos de propiedad comunitaria tecnológicamente innovadores y sostenibles en una zona rural de Madhya Pradesh de organización tribal y muy pobre. Los quioscos de información están conectados a las centrales locales por fibra óptica o enlaces en las bandas de ondas métricas. Los ciudadanos pueden utilizar los quioscos para obtener los precios de subasta de los centros de producción agrícola; solicitar copias del catastro, registrarse personalmente en línea para obtener certificados de ingresos, casta y domicilio; interponer una demanda en línea; realizar subastas de tierras, maquinaria agrícola, equipos, y otros artículos duraderos; y obtener información actualizada relacionada con los beneficiarios de las pensiones de seguridad social, planes de desarrollo rural e información referente a los subsidios públicos que se otorgan a los comités aldeanos y distribuciones públicas²⁹.
- En Brasil, el Gobierno del Estado de Bahía ha creado Centros de Servicio de Asistencia al Ciudadano (SAC), en los que se aplica la tecnología de banda ancha, que agrupan a las agencias federales, estatales y municipales en un solo emplazamiento para prestar los servicios electrónicos que los ciudadanos necesitan y utilizan con más frecuencia. Los centros se encuentran en lugares de fácil acceso al público, tales como centros comerciales y principales terminales de transporte.

Gracias a estos servicios los ciudadanos ahorran un tiempo considerable, y a la vez se ofrecen servicios con más amabilidad y profesionalismo. Otra ventaja es la reducción de los gastos generales del gobierno, dado que en muchos casos, pagan alquileres mucho más bajos por las oficinas que alquilan en el SAC que por aquellas que alquilaban anteriormente para atender al público³⁰.

- El Departamento de la Renta Nacional en Karnataka (India) ha informatizado 20 millones de registros de propiedad de la tierra de 6,7 millones de granjeros que hay en el país. Anteriormente, los campesinos tenían que averiguar cuál era la aldea que realizaba la contabilidad para obtener una copia del registro de derechos, tenencia y producción agrícola (RTC), documento que se necesitaba para realizar muchas diligencias, como obtener un préstamo bancario. En la actualidad, se puede obtener en línea, a una tasa reducida, una copia impresa del RTC en uno de los quioscos de registro de tierra informatizado (Bhoomi centers) en 140 oficinas *taluk*. En la próxima etapa, todas las bases de datos *taluk* se cargarán en una base de datos central equipada con Internet. Se podrían conseguir en línea los RTC en los quioscos Internet conectados a tecnologías de banda ancha, que probablemente se instalarán en las zonas rurales³¹.
- Un estudio llevado a cabo por la Comisión Europea en abril de 2002³² sobre cibergobierno en Europa, muestra que se han hecho adelantos apreciables. La disponibilidad y la interactividad de los servicios públicos en Internet aumentaron en un 10%, hasta alcanzar un 55% después de que se realizó la evaluación en octubre de 2001. El estudio forma parte de la iniciativa «Indicadores de referencia eEurope» de la Comisión Europea, en el marco de la cual se evaluaron 20 servicios públicos básicos en

²⁸ Para más información consulte la dirección:

www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

²⁹ Diríjase a:

www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

³⁰ Consulte:

www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

³¹ Consulte:

www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm

³² Consulte: europa.eu.int/rapid/start/cgi/file.tmp_Foot_1

los 15 países miembros de la Unión Europea, además de Islandia, Noruega y Suiza. En este estudio se evaluó una muestra representativa de más de 10 000 proveedores de servicios públicos en 18 países. La encuesta determinó que, en general, el porcentaje de servicios públicos accesibles en línea en los países mediante tecnologías de banda ancha era del 55%, en comparación con el 45% en octubre de 2001. Las categorías de servicios públicos que más se tuvieron en cuenta fueron los servicios que generan ingresos, tales como los impuestos y las contribuciones sociales (79%), seguidos por los servicios de registro, tales como matrícula de vehículos y registro de nuevas compañías, y la seguridad social. Los servicios relacionados con documentos y permisos, tales como licencias de conducir y pasaportes, eran los que menos figuraban en Internet (41%)³³.

- En el marco de su programa sobre gobierno electrónico, el Gobierno de Japón espera ofrecer en línea todas las aplicaciones y procedimientos antes de 2003³⁴. Al Gobierno le gustaría instalar redes de acceso local (LAN) públicas que conecten escuelas, bibliotecas, centros comunitarios y auditorios en todo el país antes de 2005.
- En Canadá, la ciudad de Yellowknife ofrece actualmente muchos servicios públicos en línea. Los ciudadanos pueden registrar empresas, obtener licencias de lotería, pagar billetes de aparcamiento, reservar instalaciones públicas y buscar información acerca de las leyes locales. Gracias a un proyecto llamado CityNET, la ciudad se está preparando para suministrar información a los ciudadanos a través de un sistema telefónico interactivo informatizado y de una versión interactiva de televisión por cable³⁵.
- En el Reino Unido, el portal www.ukonline.gov.uk fue creado para poner a disposición en un solo punto de acceso información sobre el Gobierno británico y los servicios que éste presta. Este sitio fue creado a principios de diciembre de 2000 y contiene los siguientes servicios y prestaciones:
 - a) «Búsqueda rápida» (*Quickfind*) – Un motor de búsqueda eficaz que orienta a los usuarios hacia la información que buscan, evitando de este modo que se pierdan en el laberinto de los servicios públicos.
 - b) «Hágalo en línea» (*Do It Online*) – Acceso a transacciones útiles en línea, tales como solicitar un pasaporte, adquirir una licencia de televisión, pagar facturas, notificar cambios de dirección y rellenar personalmente la declaración de impuestos.
 - c) «Sala de redacción» (*Newsroom*) – Una manera fácil de mantenerse informado con las noticias, anuncios y avisos del gobierno.
 - d) «Espacio público» (*CitizenSpace*) – Una sección que facilita a las personas información sobre los planes del gobierno y contribuye a la formulación de nuevas políticas sobre las que pueden pronunciarse los ciudadanos.
 - e) Páginas de «acceso fácil» (*Easy Access*), que permiten a las personas que tienen problemas visuales o dificultad para leer acceder fácilmente al portal³⁶.

1.2.4 Ciberagricultura

La agricultura es otro de los sectores que se beneficia con las tecnologías de banda ancha. El acceso a la banda ancha crea un enlace entre compradores y vendedores, simplifica la fijación de precios, brinda oportunidades para la gestión de los riesgos y la fijación de precios a plazo y puede facilitar la mejora de la productividad agrícola y la protección del medio ambiente. La banda ancha también facilita el comercio electrónico de productos agrícolas, y ofrece la posibilidad a los campesinos de llevar a cabo una mejor gestión de la producción y del control de existencias, y promocionar mejor sus productos básicos y de otro tipo a nivel nacional e internacional.

³³ «Online public services: Europe making progress on eGovernment», sitio web de la CE, Bruselas, 20 de junio de 2002.

³⁴ TISP workshop, OECD, Shinichiro Sakata, Deputy Director General for Information and Communications Policy, Ministry of Public Management, Home Affairs and P & T, Japón, diciembre de 2001.

³⁵ Canadian BB Taskforce Report, «Networking the Nation for Broadband Access», 2001, página 20.

³⁶ Informe en línea del Plan de Acción sobre la estrategia de Gran Bretaña:
[www.e-envoy-gov.uk/oeo/oeo.nsf/sections/index/\\$file/index.htm](http://www.e-envoy-gov.uk/oeo/oeo.nsf/sections/index/$file/index.htm).

Debido al aislamiento geográfico entre los campesinos y sus mercados, al hecho de que hay más compradores que vendedores, así como al hecho de que a menudo los productos son perecederos y fungibles, la banda ancha puede desempeñar un papel importante para que los campesinos lleguen a sus mercados más rápidamente y distribuyan sus productos en el mercado de manera más rápida y eficaz.

Gracias a la tecnología de banda ancha los campesinos también pueden obtener «ingresos no agrícolas». Dado que la economía de la actividad agrícola no permite que la mayoría de los campesinos vivan sólo de esta actividad, muchos de ellos se ven en la necesidad de encontrar un trabajo suplementario para aumentar sus ingresos. El acceso a la banda ancha puede darles la oportunidad de usar sus habilidades para trabajar desde casa sin tener que suspender los trabajos de la finca.

Los beneficios económicos que resultan de la utilización de la banda ancha en el sector agrícola son considerables. «Según Morgan Stanley y Dean Witter, las ganancias que ofrece el mercado electrónico entre empresas (en Estados Unidos) para los insumos agrícolas diferentes de los equipos, tales como semillas, productos químicos, fertilizantes y material veterinario, podría ascender a 34 millones USD sólo en este sector. Además, en lo que respecta a la comercialización de los agricultores, una estructura eficaz de comercio electrónico entre empresas podría reducir los costos de comercialización en hasta 0,05 USD por fanega de trigo, semillas oleaginosas, y cereales forrajeros³⁷».

Por otro lado, las redes de banda ancha ofrecen muchas ventajas adicionales a la comunidad agrícola. Por ejemplo, la banda ancha brinda la oportunidad de crear «Zonas empresariales virtuales» (VEZ). Se trata de mercados electrónicos destinados a los ciudadanos y las empresas que pueden beneficiarse de la ayuda del Estado. Gracias a las tecnologías de banda ancha, más zonas rurales podrían pasar inmediatamente a formar parte de las actuales VEZ o crear nuevas. Otro de los campos de aplicación que se ha hecho realidad con la utilización de las tecnologías de banda ancha es la agricultura de precisión. En ésta, la banda ancha puede ser utilizada para controlar la producción, realizar análisis de muestras de suelo y acceder a las imágenes satelitales con el fin de establecer pautas meteorológicas. La información puede ser almacenada fuera del emplazamiento y analizada por expertos externos que envían luego los resultados a la finca.

Otras aplicaciones, como la enseñanza agrícola a distancia y los servicios técnicos a través de la tecnología de banda ancha, pueden ser útiles para la planificación de los cultivos, la lucha contra las plagas, la gestión de insumos y el mantenimiento de equipos. También se pueden prestar servicios de televeterinaria. Dado el alto costo de los servicios de veterinaria puerta a puerta y dado que muchos agricultores a menudo se encargan de prestar personalmente asistencia veterinaria, la banda ancha puede ofrecer información más precisa y vital sobre los problemas de salud que aquejan a los animales y sobre los insectos de manera más rápida. Gracias a la tecnología de banda ancha es posible realizar subastas virtuales de ganado sin que haya que transportar los animales de un lugar a otro para que los potenciales compradores puedan apreciarlos. Asimismo, la tecnología de banda ancha puede prestar asistencia a los agricultores en la distribución eficiente y eficaz de recursos escasos en tiempos de sequía o de crisis permitiéndoles obtener información rápidamente acerca de las reservas de productos.

Otra aplicación de las tecnologías de banda ancha en el sector agrícola es la utilización de conexiones de banda ancha para averiguar la identidad de los productos agrícolas. En otras palabras, se pueden utilizar conexiones de banda ancha para hacer un seguimiento de la cadena de producción y de distribución de muchos productos, lo que puede resultar particularmente útil en caso de que haya que devolver los productos por problemas de higiene o de seguridad. Asimismo, esta tecnología puede desempeñar un papel importante en la protección de la seguridad nacional al reducir la manipulación de productos alimentarios, ya que se descubriría más fácilmente a los posibles culpables.

³⁷ «The Importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America», World Perspectives, Inc., 13 de abril de 2000, páginas 2-3.

En Canadá, las redes de telecomunicaciones de banda ancha se están utilizando para prestar asistencia en gestión agrícola y en las subastas electrónicas de ganado. De hecho, con este método se vende actualmente en Québec más del 60% del ganado vacuno. Los gastos de venta para los productores de terneros criados con cereales disminuyó de 11 a 4 dólares canadienses por cabeza; de este modo se aumentó el margen de ganancias, y se evitó desplazar a los animales dos veces – primero al lugar donde se realizaba la subasta y luego al matadero³⁸.

Con objeto de mejorar la conectividad rural en Maharashtra, India, el gobierno del Estado ha planificado un proyecto agrícola integrado mediante el uso de tecnología inalámbrica en bucle local (WLL) para ofrecer información amplia y dinámica a través de Internet y videoconferencias a los agricultores. Se han escogido dos lugares pilotos, en Baramati y Pabal, cada uno de los cuales dispondrá de un centro WLL. El proyecto que se propuso ampliará el acceso Internet a los pueblos aledaños que se encuentran en un radio de 25 km. En los pueblos cercanos a los centros WLL se construirán quioscos Internet que los agricultores podrán utilizar para navegar en sitios Internet relacionados con la agricultura, telecargar información sobre las diversas tecnologías agropecuarias que existen, obtener información meteorológica y también información sobre los planes para la gestión y prevención de catástrofes, los problemas relacionados con las plagas y las soluciones. Del mismo modo, los agricultores podrán tener acceso a información sobre todo el mercado nacional y mundial, los diferentes planes del gobierno, instalaciones, información sobre la elaboración de productos agrícolas y la comercialización, y establecer contacto directo con científicos y otros agricultores, para utilizar el comercio electrónico en la agricultura³⁹.

Un ejemplo de un portal de agricultura es Agmarket, un sitio web sobre la agricultura en la India que apunta a la creación de una red de información a nivel nacional para la recopilación y difusión rápida de información sobre el mercado con miras a su utilización eficaz⁴⁰. Agmarket pone a disposición datos informatizados sobre los precios de mercado, los cambios que se han producido en éste, los arribos totales, arribos por agencias, precios (de acuerdo con la variedad y la calidad), almacenamiento, despacho de mercancía y lugar de destino, tipo de transporte, costos, existencias vendidas y disponibles, fuentes de suministro y destino, método de venta y forma de pago. Asimismo facilita el flujo de datos periódicos y fiables para los productores, comerciantes y consumidores con el fin de sacar el mejor provecho posible de las transacciones de compra-venta.

En Estados Unidos, la ley «Freedom to E-File» exige al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) que publique sus programas en Internet. Los funcionarios del Departamento de Agricultura de Estados Unidos consideran que aproximadamente dos millones de agricultores estarían ahorrándose como mínimo una hora de camino en ir a las oficinas del Estado para rellenar formularios⁴¹. Además, la Ley Agrícola de 2002 (Farm Bill) de Estados Unidos dedica una sección a la promoción del acceso a las telecomunicaciones de banda ancha en zonas rurales. La Sección 601 estipula que se deben conceder préstamos y garantías de préstamos para ayudar a la construcción, mejora de la calidad y adquisición de infraestructura y equipos para el servicio de telecomunicaciones de banda ancha en las comunidades rurales que se consideran idóneas. Se destinarán aproximadamente 20 millones USD por cada año fiscal entre 2002 y 2005, y 10 millones USD por año fiscal en 2006 y 2007.

1.2.5 Ciberaprendizaje

El ciberaprendizaje es una de las aplicaciones más solicitadas de las tecnologías de banda ancha. La banda ancha. Esta tecnología permite que los estudiantes de todas las edades y en cualquier lugar se beneficien de las oportunidades educativas que ofrecen las escuelas, universidades e instituciones educativas. La banda ancha puede brindar a los estudiantes la oportunidad de ver a los profesores e interactuar con ellos en tiempo real, colaborar en proyectos en grupo cuando se encuentran en diferentes lugares geográficos, y darle la

³⁸ Canadian Broadband Taskforce Report, «Networking the Nation for Broadband Access», página 22.

³⁹ «Maharashtra draws up plan for WLL-versed villages», *The Economic Times*, 21 de abril de 2003, www.economictimes.com

⁴⁰ agmarknet.nic.in/

⁴¹ «The Importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America», World Perspectives, Inc., 13 de abril de 2000, página 6.

oportunidad a las personas con escasos recursos, desfavorecidos o discapacitados que aprendan una variedad de materias sin tener que correr con los gastos de viaje o desplazarse a las instituciones educativas. Muchos países y localidades utilizan la tecnología de banda ancha para ofrecer a sus ciudadanos oportunidades de aprendizaje a distancia. Para ilustrar lo anterior se enumerarán algunos ejemplos.

En Dinamarca, Sektornett⁴², que se creó en 1993, es una red electrónica para escuelas primarias, secundarias, de orientación profesional e institutos de educación superior. Además del acceso a Internet, se ofrecen numerosos servicios, entre los que se destaca la capacitación en gestión de alta seguridad de Sektornett en escuelas y la asistencia técnica. En 2002, Sektornett contaba más de 3 000 instituciones. Actualmente, casi todas las escuelas de secundaria, los cursos preparatorios de nivel superior, centros de educación para adultos, escuelas de orientación profesional e institutos de educación superior están conectados, mediante tecnologías de banda ancha.

También en Dinamarca, se creó en 1997 la Research Network (Forskningsnettet) con el propósito de interconectar las instituciones de investigación danesas utilizando la transmisión de textos, sonido, imágenes y vídeo a alta velocidad. La Research Network sirve para aplicaciones como videoconferencia, educación a distancia y telemedicina⁴³.

Una universidad virtual en Pakistán le enseña informática a sus estudiantes. En el marco del proyecto, que costó 40 millones USD, se ofrece educación a distancia por televisión, videoconferencia e Internet, y tiene como objetivo formar a casi 60 000 profesionales en ciencias informáticas de manera que puedan ayudar a crear una industria de tecnología de la información en Pakistán. Con el fin de controlar los costos y lograr que todo el mundo pueda acceder al programa, se están creando centros educativos donde los estudiantes pueden ver los cursos y tener acceso a Internet⁴⁴.

El Programa Academia de Interconexión de Cisco es el fruto de las actividades de Cisco para formar a estudiantes y profesores de escuelas «conectadas» que tienen redes de telecomunicación instaladas y con conexión a Internet. El Programa Academia se ocupa principalmente de formar a los estudiantes en tareas como el diseño, la aplicación y la puesta en funcionamiento de redes informáticas. Para lograr la rápida evolución y divulgación de programas didácticos actualizados se vale de la enseñanza basada en Internet. Asimismo, pone a disposición una amplia gama de material de información sobre estrategias y programas conexos. Actualmente, el Programa Academia de Interconexión cuenta con la colaboración de muchas organizaciones, además de la UIT, y está representado en casi 8 500 localidades en más de 130 países, en particular en 28 países clasificados por las Naciones Unidas como países menos adelantados⁴⁵.

I.2.6 Telecomunicaciones en apoyo de la seguridad pública, la prevención de catástrofes y las operaciones de socorro en casos de catástrofe

La utilización de la tecnología de banda ancha para respaldar las iniciativas en materia de seguridad pública, prevención de catástrofes y puesta en marcha de operaciones de socorro en casos de catástrofe cobra cada día más importancia. Después de los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001, los funcionarios encargados de la seguridad pública en Estados Unidos y los miembros de la comunidad internacional de telecomunicaciones se han ocupado prioritariamente de aplicar las tecnologías de banda ancha para proteger eficazmente la seguridad pública en caso de que se produjera otro ataque terrorista. El país entero elogió la capacidad y rapidez para desplegar e instalar enlaces de banda ancha inalámbricos con el fin de asegurar a los organismos encargados de la seguridad pública la conexión imprescindible a los servicios de telecomunicación.

⁴² www.fsk.dk/fsk/publ/2001/broadband/fromhardware.doc

⁴³ www.fsk.dk/cgi-bin/theme-overview.cgi

⁴⁴ Alfred Hermida, «Teaching Goes Virtual in Pakistan», BBC News Online, 13 de mayo de 2002.

⁴⁵ Conferencia Mundial sobre Desarrollo de las Telecomunicaciones.

La tecnología de banda ancha puede utilizarse de diversas maneras para contribuir a la seguridad pública. Entre esas aplicaciones pueden citarse la exploración biométrica en algunos puntos estratégicos localizados a la entrada de un país o localidad y en instalaciones neurálgicas, la mejora de la vigilancia a distancia de fronteras, aeropuertos, puertos, y estaciones ferroviarias con el fin de reforzar la vigilancia local, el restablecimiento de los servicios públicos y de la confianza de las personas ofreciéndoles a los funcionarios públicos y a su personal la posibilidad de teletrabajar en caso de que los espacios normales de trabajo sufran daños o sean destruidos, la prestación del acceso a distancia a los sistemas de información indispensables para la actividad empresarial pública o privada en caso de amenazas bioquímicas, de ataques o de puesta en cuarentena, el agrupamiento de los conocimientos médicos especializados dispersos en el mundo y la entrega de asistencia en los momentos de crisis, y la posible sustitución de los servicios postales con un servicio electrónico de alta capacidad en caso de perturbaciones causadas por la destrucción, la contaminación o la puesta en cuarentena de las oficinas postales.

La policía, los bomberos y las fuerzas de seguridad también se beneficiarían en muchos casos de las redes de telecomunicación de banda ancha y, en particular, de las redes inalámbricas. Se pueden transferir rápidamente archivos con gran cantidad de información e imágenes, con lo cual los computadores móviles de los vehículos de la policía, al salir de la comisaría, puedan teledescargar las imágenes y las huellas dactilares de las personas buscadas o desaparecidas, las videosecuencias de los robos, los mapas y los planos generales. Esta tecnología también sirve para telecargar vídeos, imágenes e informes desde las patrullas hasta los centros de comando, de tal forma que éstos podrán utilizar vídeos de movimiento controlados a distancia por robot durante ataques terroristas u otras operaciones de alto riesgo, y vigilar así a los agentes o sospechosos en situaciones extremadamente peligrosas, lo que les permitirá adoptar decisiones *in situ* y prestar asistencia en función de las transmisiones vídeo⁴⁶.

Además, las redes de telecomunicación de banda ancha pueden completar los servicios telefónicos clásicos con conmutación de circuitos y los servicios de telefonía inalámbrica con servicios de voz por Internet (VoIP) duraderos y dinámicos con los que se pueden ofrecer servicios de videoconferencias con calidad de televisión y otras aplicaciones. La banda ancha también puede ayudar a que la formación en materia de seguridad de los agentes federales y locales sea menos costosa ya que se evitan los gastos de desplazamiento para asistir a los seminarios y otros gastos.

La tecnología de banda ancha puede resultar particularmente útil en momentos de crisis o antes, durante o después de una catástrofe. Gracias a ella, se puede informar de manera instantánea a la familia y a los amigos sobre el estado en que se encuentre una persona. Las conexiones de banda ancha que se valen de las tecnologías de localización de posiciones, en particular en las zonas rurales y alejadas, pueden prestar ayuda a los socorristas para rescatar a las víctimas de accidentes o desastres naturales. La banda ancha, en particular la banda ancha inalámbrica o por satélite, puede servir de ayuda para que los socorristas de primeros auxilios reciban mapas de las zonas o vídeos sobre cómo enfrentar las distintas situaciones, tales como abrir la puerta de la cabina de un tren de pasajeros o cómo cortar sin peligro la corriente eléctrica de una instalación ante la posibilidad de un siniestro y para que, además, todos los socorristas de los distintos cuerpos de seguridad visionen las mismas imágenes y los mismos datos, y presten su asistencia antes, durante y después de la catástrofe⁴⁷.

También puede aplicarse la banda ancha a los robots móviles. En tales casos, los robots pueden utilizarse para ayudar a rescatar personas que se encuentren en zonas peligrosas, dirigir inspecciones automatizadas en zonas inaccesibles y prestar ayuda en la manipulación de material peligroso, desactivación de explosivos y destrucción de minas antipersonales.

⁴⁶ Motorola. «4.9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC», 31 de julio de 2001.

⁴⁷ Motorola. «4.9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC», 31 de julio de 2001.

La extinción de incendios es un ámbito sumamente importante en el que se puede utilizar la tecnología de banda ancha de manera eficaz. La tecnología de banda ancha puede contribuir a reducir los riesgos que ponen en peligro la vida de los bomberos. Mediante una multitud de detectores, las señales vitales de un bombero, y las señales de alta resolución emitidas por cámaras sensibles a la luz e infrarrojas pueden ayudar a los responsables de la operación situados en el exterior a tomar decisiones que podrían salvar vidas. Además, la tecnología puede suministrar información sobre una posición tridimensional precisa que se utiliza para determinar el lugar exacto donde se encuentra un bombero en el interior de un edificio en llamas.

En enero de 2001, dos organizaciones internacionales de normalización, la Asociación de Industrias en Telecomunicaciones (TIA) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), concluyeron el primer acuerdo internacional sobre proyectos de colaboración en normalización en el que participan los usuarios y las organizaciones vinculadas a la protección pública y las operaciones de socorro (también conocidas como PPDR). Este acuerdo, denominado [Proyecto MESA](#)⁴⁸ (*Mobility for Emergency and Safety Applications*), reúne a usuarios, representantes de la industria e investigadores para crear especificaciones de equipos y aplicaciones de servicios avanzados, fiables, seguros, eficaces y compatibles destinados principalmente a responder a las necesidades en materia de telecomunicaciones de banda ancha para la seguridad pública. Esta actividad orientada a la seguridad pública traerá como resultado el establecimiento de especificaciones armonizadas para aplicaciones y servicios móviles terrenales de banda ancha, que utilizan en común escenarios y bandas de frecuencias. Los servicios que ofrece MESA se convertirán, en caso de necesidad, en normas regionales fundadas en la tecnología de banda ancha móvil de próxima generación destinada a los profesionales de la seguridad pública y de las intervenciones en casos de emergencias (antes, durante y después de una catástrofe). Tras la reciente catástrofe ocasionada por el tsunami, esta aplicación es algo más que una necesidad.

I.2.7 Aplicaciones para pequeñas empresas

A los propietarios de pequeñas empresas, la tecnología de banda ancha puede ayudarlos a obtener información sobre cómo crear una pequeña empresa, solicitar permisos y licencias en línea, realizar estudios de mercado por Internet, promocionar sus productos y servicios y establecer contacto con los clientes y proveedores más fácilmente. Asimismo, les ofrece la posibilidad de encontrar suministros y comprar materiales de manera más rápida sin perder demasiado tiempo ni dinero en desplazamientos para obtener los mismos resultados.

I.2.8 Ciberturismo

La banda ancha ofrece la posibilidad de «visitar» lugares turísticos sin recorrer largas distancias para verlos en persona. Asimismo, las conexiones de la tecnología de banda ancha (en particular, las aplicaciones de vídeo) permiten admirar colecciones de arte, ver exposiciones, visitar monumentos históricos y otros tipos de atracciones turísticas. Además, gracias a esta tecnología los fanáticos del deporte o de otros eventos importantes, como el Mundial de Fútbol o las Olimpiadas, pueden «ver» esos encuentros como si lo hicieran en tiempo real. Esto resulta particularmente útil cuando se trata de eventos que suponen lagos desplazamientos o la diferencia horaria es tan grande que no es posible presenciarlos en tiempo real.

I.2.9 Aplicaciones recreativas

Muchas personas han utilizado la banda ancha para sus aficiones personales, para navegar en Internet por placer, para jugar y hacer apuestas o para teledescargar música, vídeos y películas. Además, la tecnología de la localización de posiciones combinada con la banda ancha ofrece la posibilidad de obtener información acerca de los restaurantes, mapas locales y datos sobre museos o sitios turísticos.

⁴⁸ Consulte la dirección www.projectmesa.org/

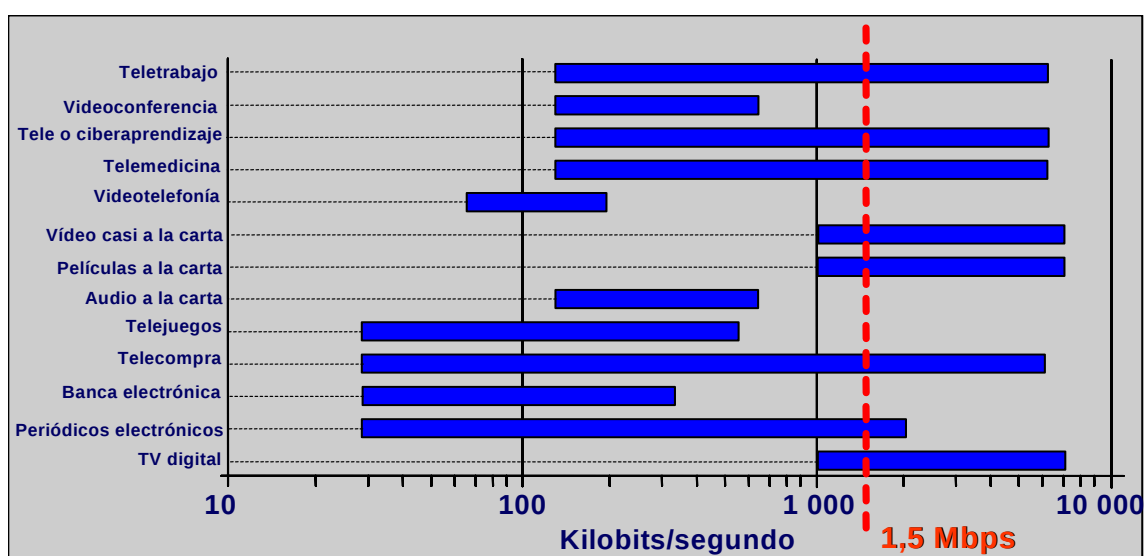
I.2.10 Recopilación de información

El acceso y la búsqueda de información es una de las aplicaciones más comunes de la tecnología de banda ancha. La conexión a telecomunicaciones de banda ancha de alta velocidad siempre activa permite a los usuarios tener acceso a la información más rápidamente que con las conexiones de banda estrecha, que son más lentas. De este modo, la tecnología de banda ancha puede servir de incentivo a un mayor número de personas para buscar más información en línea y desarrollar sus habilidades para adquirir nuevos conocimientos.

I.2.11 Necesidades de capacidad para determinadas aplicaciones

Aunque las necesidades de ancho de banda en las telecomunicaciones cambiarán con los avances tecnológicos, esta Figura da una idea general de la rapidez con que deben realizarse diversas aplicaciones, muchas de las cuales se examinan detalladamente en el presente Informe.

«Capacidad de velocidad binaria necesaria por aplicación»⁴⁹



* NOTA – Dependiendo de las técnicas de compresión utilizadas, las velocidades indicadas en la Figura pueden cambiar.

⁴⁹ Chouinard, Gerald, «Rural & Remote Broadband Access (RRBA)», Communications Research Center of Canada, www.crc.ca/broadband/

I.3 Instalación de la tecnología de banda ancha

Son muchos los factores que pueden incidir negativamente en la instalación generalizada de tecnologías de acceso de banda ancha en los países en desarrollo. Los operadores se encuentran ante la enorme dificultad de instalar una red y además de conseguir clientes y gestionar una empresa rentable. Entre los numerosos obstáculos que se plantean para la instalación y el suministro de un servicio de telecomunicaciones de banda ancha rentable en los países en desarrollo pueden citarse:

- una tecnología de acceso onerosa;
- el desconocimiento de las tecnologías de acceso de banda ancha;
- la inexistencia de un marco normativo que facilite la construcción y la instalación de redes;
- la existencia de monopolios y bajos niveles de competencia;
- falta de competencia en el «último kilómetro»;
- subsidios públicos que distorsionan el mercado;
- redes telefónicas y de TV por cable que pertenecen al mismo propietario, lo cual reduce las posibilidades de competencia entre varios servicios;
- escasez o ausencia de infraestructuras tales como electricidad y carreteras;
- costos de funcionamiento y mantenimiento demasiado elevados, incluidos costos de seguridad, administrativos y de personal;
- equipos a precios elevados;
- limitación excesiva del volumen que se puede telecargar con tarifa plana;
- falta de personal técnico en la zona de servicio;
- dificultades planteadas por abonados morosos;
- deficiencia de los servicios de distribución, ventas y atención al cliente en las zonas de cobertura;
- utilización insuficiente e ingresos medios bajos por abonado;
- mercados potenciales reducidos;
- falta de contenido local y de aplicaciones en otros idiomas nacionales que el inglés;
- robos de equipos de infraestructura tales como, por ejemplo, cables.

I.3.1 Análisis del cuestionario sobre el acceso de banda ancha: principales conclusiones

Después de la segunda reunión del Grupo de Relator sobre la Cuestión 20/2, «Examen de las tecnologías de acceso para las comunicaciones de banda ancha», de marzo de 2003, se distribuyó un cuestionario en el cual se pedía a los Estados Miembros, Miembros de Sector, organizaciones interesadas y sector privado que identificaran tecnologías de acceso de banda ancha alámbricas e inalámbricas pertinentes, así como sus atributos. El cuestionario tenía asimismo por objeto identificar los factores económicos, técnicos y de desarrollo que influyen en la instalación eficaz y el acceso a tecnologías y aplicaciones de acceso de banda ancha. A continuación se resumen las respuestas recibidas por la Secretaría del UIT-D hasta junio de 2003. La BDT contrató un experto externo para realizar el análisis. A mediados de junio de 2003 se habían recibido respuestas de cuarenta y nueve países de las seis regiones de la UIT.

Principales conclusiones

El cuestionario estaba organizado en varias secciones y las principales conclusiones pueden resumirse como sigue:

Sección	Principales conclusiones
Tecnología	La principal tecnología actual para la prestación de servicios de banda ancha por redes de línea de cobre es la DSL, seguida de cerca por conexiones E1/T1, de fibra y de cable más tradicionales. (NOTA – La TV por cable va por delante de la DSL en Norteamérica porque le lleva varios años de ventaja en el mercado.) Las redes de satélite, inalámbricas fijas, IMT-2000 e inalámbricas de área local son los principales recursos utilizados para ofrecer soluciones de banda ancha inalámbricas, especialmente cuando no son adecuadas soluciones alámbricas. Otras soluciones son, por ejemplo, RDSI, Ethernet, transmisiones ópticas por láser en el espacio libre y GPRS.
Competencia	Sólo cuatro países no permiten la competencia en los servicios Internet. 28 países tienen un régimen de competencia en el bucle local y 21 no lo tienen. En 10 de los países que respondieron al cuestionario no hay competencia entre las diversas tecnologías de banda ancha. No hay una tecnología que domine en una región, las soluciones de banda ancha cambian de un país a otro en función de las ofertas de los operadores, la economía local y las inversiones realizadas en el pasado.
Acceso	Entre los países desarrollados y en desarrollo hay grandes diferencias de acceso a servicios de banda ancha, ya se trate de empresas, hogares o abonados telefónicos rurales. Muchos países en desarrollo (y algunos desarrollados) consideran que el acceso de los abonados rurales a la banda ancha, si lo hubiere, representa a menudo un porcentaje ínfimo de la base de abonados potencial.
Determinación de precios y utilización	A partir de las diferencias entre las dimensiones y la naturaleza de las economías de los países que respondieron al cuestionario, se observa una convergencia general del precio medio de las cuentas de marcación directa a Internet en las seis regiones del UIT-D. No obstante, los precios de la banda ancha cambian notablemente entre esas regiones, especialmente en los servicios que exigen una gran capacidad de ancho de banda, en los cuales los costos de acceso medios a la banda ancha son cinco veces más elevados en la Región de África que en Europa. Los planes de utilización ilimitada ofrecidos por los operadores no cambian notablemente de una región a otra pero dependen de la situación de los operadores de cada país. Los modelos de determinación de precios y utilización son diferentes en función de los operadores, las tecnologías y las regiones, pero se han identificado modelos generales.
Obstáculos a la instalación de servicios de banda ancha	Los gastos de instalación son el principal obstáculo, seguidos por la escasez de la demanda de aplicaciones de servicios de banda ancha. Entre los obstáculos a la difusión de la banda ancha identificados por los que respondieron al cuestionario, el más común es que el canon mensual es demasiado elevado. Los cánones mensuales y los costos de instalación muy elevados, así como la escasez de ordenadores personales, dan lugar a una demanda insuficiente que no justifica las inversiones en infraestructura y dificulta aún más la justificación de los servicios de banda ancha. La mayoría de los países que respondieron no ofrecen préstamos ni apoyan la instalación de servicios de banda ancha.
Calidad de servicio	Las velocidades de telecarga medias de los sistemas DSL, de cable e inalámbricos varían en función de las limitaciones tecnológicas y del modelo de determinación de precios y de utilización empleado.
Varios	Se ha determinado que la tecnología de banda ancha que crece más rápidamente es la inalámbrica, cuyo principal motivo de adopción son las aplicaciones comerciales (por ejemplo, correo electrónico y acceso a redes externas de empresas), y el segundo motivo es la utilización personal (navegación por la web, etc.) en los países desarrollados y en desarrollo.

En el Anexo II, *Análisis de las respuestas al cuestionario*, figura información adicional acerca del cuestionario sobre el acceso de banda ancha.

I.3.2 Cuestiones de género e instalación de la tecnología de banda ancha

Cuando las tecnologías avanzadas de telecomunicaciones como la banda ancha se utilizan de manera democrática se convierten en instrumentos poderosos que pueden contribuir al avance de los derechos humanos, como por ejemplo, una amplia participación de las mujeres en todas las esferas de actividades. Sin embargo, es posible que el acceso a esta tecnología no sea equitativo en diferentes zonas geográficas y grupos sociales. Ello se debe, en parte, a la posición económica de las mujeres en sus hogares y comunidades. Esta desigualdad contribuye a aumentar la brecha entre quienes tienen y no tienen acceso a los múltiples recursos de información, acentuándose así la marginalización existente en términos de desarrollo y recursos técnicos. En este contexto, dado que promete la entrega de información a costo menos elevado, la tecnología de banda ancha podría reducir las limitaciones de carácter financiero y la brecha digital en materia de cuestiones de género.

Las mujeres, en particular, no están representadas como es debido en términos de acceso a estas tecnologías, y sobre todo las mujeres de los países en desarrollo y de grupos marginados. Resulta irónico que sean precisamente las mujeres de estos grupos sociales las que conforman la fuerza laboral que elabora los componentes de los computadores en condiciones laborales a menudo perjudiciales para la salud; del mismo modo, las mujeres que ocupan empleos técnicos y de servicio de nivel inferior constituyen el grupo mayoritario de usuarios de computadores, mientras que muchas otras han sido despedidas a causa del aumento de la automatización. Por el contrario, el número de mujeres que trabaja en ámbitos como la gestión de sistemas informáticos y el desarrollo técnico es inferior al de hombres. Proporcionalmente también están poco representadas como usuarias de tecnologías de banda ancha.

Muchas organizaciones femeninas reconocen ahora la importancia de su trabajo y por ello han creado foros de intercambio de información a nivel regional e internacional o participan en ellos para intercambiar ideas, propuestas, documentos e información. Las tecnologías de banda ancha contribuyen a hacer posible esos intercambios. Han surgido muchos portales o redes de intercambio sobre diversas cuestiones relacionadas con las mujeres. Por ejemplo, redes especiales para mujeres y organizaciones femeninas a nivel nacional y regional impulsan la creación de aplicaciones sobre ciberseguridad, agricultura, aprendizaje a distancia, comercio electrónico y otras. Más concretamente, algunas organizaciones de mujeres han observado que ciertas aplicaciones como la telemedicina/ciberseguridad, al tiempo que reducen casi íntegramente las distancias, pueden acelerar el acceso a la atención sanitaria y mejorar la salud y el bienestar económico de las mujeres que residen en comunidades pobres.

Las aplicaciones de comercio electrónico también afectan de manera positiva el bienestar de las mujeres en el mundo empresarial. Por ejemplo, la Asociación de Apoyo a las Empresarias (ASAFE) de Camerún utiliza las TIC como instrumento para atender las necesidades de mujeres desfavorecidas en las zonas urbanas y rurales mediante la creación de pequeñas empresas cuya propiedad detentan. Del mismo modo, la Asociación de Trabajadoras por Cuenta Propia (SEWA) de la India ayuda a mujeres ocupadas en microempresas y en la elaboración de artesanías a colocar sus productos en el mercado internacional. Cada vez más se admite que el perfeccionamiento de tales redes contribuirá a fomentar la igualdad en materia de género y a alentar una mayor participación de las mujeres en los foros y los procesos de toma de decisiones a nivel internacional.

Muchas mujeres y organizaciones femeninas están pues deseosas de acceder y adoptar esta tecnología. Sin embargo, a menudo deben enfrentarse a obstáculos que dificultan su tarea, como por ejemplo el difícil acceso a los recursos (financieros y tecnológicos), las pocas posibilidades de formación y de asistencia técnica o inexistencia de métodos apropiados a las cuestiones de género, ciertos obstáculos sociales y culturales que impiden a las mujeres y a las jóvenes acceder a la tecnología, las deficiencias en la educación, las ideas erróneas acerca de la tecnología y su utilización, las barreras idiomáticas y otros. Se requieren esfuerzos extraordinarios para superar estos problemas.

Desde su fundación en 1979, la Women in Cable & Telecommunications (WICT), una de las organizaciones de mujeres en Estados Unidos, mantiene el firme propósito de mejorar la posición e influencia de las mujeres en la tecnología mediante programas y servicios eficaces dirigidos por personas de reconocidas aptitudes a nivel nacional y local. La WICT es favorable a la colaboración en el seno de su organización y en toda la industria. Esta organización colabora con las empresas más importantes de la industria del cable y las telecomunicaciones para ofrecer programas y servicios de primera importancia y lograr que esas empresas ofrezcan a las mujeres oportunidades de ocupar puestos de responsabilidad⁵⁰.

Otra organización, Women'sNet, está creando un Centro Piloto sobre Recursos en Línea para Mujeres (WORC), un proyecto de creación de una comunidad de la información⁵¹. WORC será el lugar ideal para encontrar material de formación pertinente para las personas y organizaciones que luchan por la igualdad de género. Este proyecto tiene como objetivo servir como centro para el intercambio en línea de documentación que tiene en cuenta las especificidades en materia de género en el ámbito de la formación sobre las TIC y en muchos otros ámbitos en los que hay también necesidades imperantes. WORC tiene como objetivo promover el análisis de las cuestiones de género en las TIC y en otras áreas de formación, con el fin de mejorar la calidad de la formación para que haya igualdad entre hombres y mujeres a nivel mundial, regional y local. La Asociación de Comunicaciones Progresivas (APC) es una red internacional de organizaciones de la sociedad civil que, por medio del uso estratégico de las tecnologías de la información y la comunicación, se dedica a prestar apoyo y facultar a grupos e individuos que realizan tareas vinculadas a la paz, los derechos humanos, así como al desarrollo y la protección del medio ambiente.

Experiencia en materia de género: gran acogida de la banda ancha en Estados Unidos con las mujeres a la cabeza

De acuerdo con las cifras suministradas por Nielsen/NetRatings, correspondientes a mayo de 2003, aproximadamente 40 millones de usuarios de Internet en Estados Unidos están conectados a Internet por medio de redes de banda ancha, lo que supone un aumento del 49% con respecto al año anterior⁵². Las mujeres, las personas mayores, los estudiantes y los grupos sociales privilegiados son los que más rápidamente han adoptado esta tecnología. El porcentaje de mujeres que ha adoptado la banda ancha es ligeramente superior al de los hombres, 51% y 48%, respectivamente. Sigue habiendo más hombres (20,1 millones) que mujeres (18,9 millones) que acceden a Internet por medio de la banda ancha, mientras que el número de mujeres (37,8 millones) que acceden a Internet por medio de la banda estrecha es superior al de los hombres (31,8 millones)⁵³.

1.3.3 Estrategias para fomentar el desarrollo de la banda ancha

Las economías que han tenido éxito en cuanto a facilitar las tecnologías de acceso a la banda ancha tienen en común varios factores tales como: adopción de medidas para informar al público acerca de las ventajas de esas tecnologías, utilización eficaz de la banda ancha mediante aplicaciones y contenidos, un entorno que promueve la innovación en lo que se refiere a la banda ancha, una estructura de mercado competitiva que mantiene los precios a un nivel bajo, y unas políticas y programas gubernamentales que giran en torno a la tecnología de banda ancha.

Dos métodos viables para promover la banda ancha son la conexión de escuelas y la utilización de centros de acceso comunitarios, a fin de que los usuarios puedan acceder a la banda ancha sin tener que sufragar los elevados costos fijos de conexión de sus hogares. Las economías deben aprovechar también lo mejor posible

⁵⁰ www.wict.org

⁵¹ www.womensnet.org.za

⁵² «Broadband Adoption is Booming in the US», www.onlinepublishingnews.com/htm/n_olpn20030620.538206.htm

⁵³ Ibid.

las redes existentes, al ser probable que escaseen los recursos financieros para construir nuevas redes. Otros países han adoptado iniciativas públicas tales como la implantación de aplicaciones de cibergobierno, ciberseguridad y ciberenseñanza. Entre otros proyectos, hay iniciativas encaminadas a la capacitación de profesores sobre cómo comunicar y difundir material a través de ordenadores y de conexiones de banda ancha.

Para fomentar la implantación y la adopción por el mercado de servicios de transmisión de datos a alta velocidad es esencial la creación de un marco reglamentario adecuado. A continuación se describen estrategias eficaces para fomentar la demanda y la oferta de tecnologías de banda ancha y se explica la importancia de la flexibilidad de las tecnologías y de las políticas en materia de acceso universal.

1.3.3.1 Promoción de las aplicaciones de banda ancha⁵⁴

Existen varias maneras de fomentar las aplicaciones de banda ancha. Las estrategias y políticas en la materia serán más eficaces cuando los diversos proyectos e iniciativas aplicables a todos los grupos interesados se incorporen simultáneamente y adapten a los factores que dependen del contexto y el entorno. Algunas de las principales razones por las que se fomentan las aplicaciones de banda ancha son las siguientes:

- Ventajas para los usuarios: su mayor velocidad y su permanente disponibilidad permite el intercambio de contenidos más valiosos, la mejora, el desarrollo y la rapidez de las telecomunicaciones y permite que varios usuarios compartan una misma conexión.
- Ventajas para la economía: la conectividad de banda ancha fomenta la innovación, estimula el crecimiento económico e incentiva las inversiones extranjeras.
- Recuperación de las inversiones: la tecnología de banda ancha promete la aparición de nuevas aplicaciones y nuevos servicios que atraerá a los usuarios y ayudará a recuperar los costos de creación de la infraestructura.

Fomento de la demanda de banda ancha

En general, hay ciertas medidas que puede aplicar una región o un país determinados para crear un entorno más favorable a la implantación y expansión de la banda ancha. Es posible que se logre crear una economía próspera de aplicaciones de banda ancha si se toman las siguientes medidas:

Mantener informada a la población sobre la tecnología y las aplicaciones de banda ancha

Es importante que los usuarios conozcan los beneficios que puede ofrecer la tecnología de banda ancha y sus aplicaciones. Los gobiernos y el sector privado pueden desempeñar una función activa en la promoción de los méritos de la banda ancha. Los usuarios deben ser conscientes de las ventajas que aporta la utilización de las principales tecnologías de banda ancha y su integración en la vida cotidiana. Las empresas y los poderes públicos también puede adoptar y fomentar ideas, como por ejemplo el teletrabajo y las transacciones en línea.

Fomentar las innovaciones tecnológicas

Es importante promover políticas y alicientes que favorezcan el desarrollo de contenido y aplicaciones de banda ancha. Los países deben crear un entorno favorable al desarrollo de la banda ancha, para lo cual acordarán especial atención a los derechos de propiedad intelectual, al apoyo de sectores que participan en el desarrollo de nuevas aplicaciones de banda ancha, a los métodos de difusión de las tecnologías y a las medidas que garanticen la seguridad de los usuarios.

⁵⁴ Unidad de Estrategias y Política de la UIT, «Documento general sobre promoción de la banda ancha», abril de 2003.

Alentar el uso de banda ancha con aplicaciones y contenidos atractivos

Según los tipos de aplicaciones de los que dispone cada país se observan notables diferencias en las tasas de adopción de la tecnología de banda ancha. Entre las aplicaciones que se han integrado satisfactoriamente en las economías de banda ancha figuran la telefonía IP, la conversación vídeo, el audio por banda ancha y los juegos en línea. Además, los diseñadores de aplicaciones deben tener en cuenta la necesidad de elaborar un contenido en varios idiomas.

Crear un mercado en régimen de competencia

La creación de un mercado abierto a la competencia leal contribuirá a reducir los precios hasta un nivel aceptable y, por consiguiente, incrementará la demanda. Si bien otros mecanismos como las subvenciones y las medidas reglamentarias ayudan a fomentar el desarrollo de la tecnología de banda ancha, un mercado sujeto realmente a la libre competencia será el factor decisivo para aumentar la demanda. Los consumidores se decidirán por la banda ancha sólo cuando el valor añadido que esta tecnología ofrece compense su costo.

Fomento de la oferta de banda ancha

Una economía de aplicaciones de banda ancha que fomenta eficazmente la oferta de banda ancha tiene las siguientes características:

a) Competencia

Es fundamental que existan varios proveedores de tecnología de banda ancha para que bajen los precios y los usuarios dispongan de más opciones. Además, las políticas de libre acceso pueden contribuir a alentar la competencia entre servicios. También es importante que los participantes en el mercado puedan rivalizar con el operador tradicional.

b) Uso máximo de las redes existentes e inversión en nuevas redes

Las redes existentes se deben utilizar al máximo, a la vez que se invierte en la creación de nuevas redes. Para aplicaciones de banda ancha se pueden utilizar redes de banda ancha innovadoras, por ejemplo inalámbricas, por satélite, de línea ferroviaria y eléctricas. Escuelas, hospitales y centros de acceso comunitarios pueden constituir las primeras distribuciones de banda ancha en ciertas regiones, y con el tiempo se pueden convertir en puntos de acceso en las redes para las redes futuras.

I.3.3.2 Flexibilidad

Para promover la instalación y la adopción en el mercado de servicios de transmisión de datos a alta velocidad es indispensable crear un marco reglamentario adecuado. La convergencia de servicios como los vocales y de datos no debería dar lugar a una nueva reglamentación innecesaria. A continuación se describe más a fondo la importancia de la flexibilidad de las tecnologías y de las políticas de acceso universal.

Importancia de la flexibilidad de las tecnologías

La flexibilidad de las tecnologías (también conocida como neutralidad tecnológica o libre opción del operador) es un aspecto muy importante para promover la instalación de la banda ancha. La flexibilidad de las tecnologías en el campo normativo significa que los incentivos y normas no dan preferencia a una determinada plataforma tecnológica o un modo de prestación de aplicaciones de banda ancha (por ejemplo, satélite, línea fija, inalámbrico, etc.). Asimismo, en una determinada plataforma o un determinado modo de prestación de servicio, la neutralidad tecnológica y los incentivos no son síntoma de una preferencia por ningún producto o norma tecnológica determinados tales como, por ejemplo, redes con conmutación de circuitos o de paquetes, diversas normas de telecomunicaciones móviles o celulares, etc. De ser posible, es importante que los proveedores de servicios dispongan de la libertad necesaria para elegir la tecnología que consideran más adecuado utilizar sobre la base de consideraciones comerciales o en función del régimen de competencia. Un marco reglamentario transparente, en el que el mercado escoge las tecnologías que más se ajustan a sus necesidades, fomenta la competencia, estimula la innovación y acelera la instalación de servicios modernos.

I.3.3.3 Acceso universal

El objetivo de una política de acceso universal transparente y tecnológicamente neutra es promover la prestación de servicios de calidad a precios justos, razonables y asequibles, aumentar el acceso a los servicios modernos de telecomunicaciones y lograr que todos los consumidores puedan acceder a tales servicios, en particular aquéllos con bajos ingresos o que viven en zonas rurales, insulares o donde los servicios son costosos. Es importante que los países evalúen continuamente sus estrategias de acceso universal ante los avances tecnológicos y las condiciones cambiantes del mercado, con el fin de aprovechar al máximo el tamaño, el alcance, la variedad y la eficacia de las redes de telecomunicación. También es importante que las políticas de acceso universal pongan al alcance de los ciudadanos, las empresas y el sector público aplicaciones asequibles de enseñanza, sanidad y seguridad.

Las políticas de acceso universal neutras en materia de competencia no favorecen a ningún participante o grupo de participantes. Dado que ninguna solución tecnológica se adapta necesariamente a un país o a una región en su totalidad, la variedad de plataformas tecnológicas disponibles ofrece nuevas posibilidades innovadoras para ampliar el acceso a los servicios en los países en desarrollo.

I.3.3.4 Función de las entidades públicas en la promoción de la banda ancha

a) Programas de gobierno que aceleran la oferta de banda ancha

Varios programas de gobierno patrocinados a nivel local, nacional y regional han permitido aumentar la oferta global en materia de banda ancha. En concreto, los gobiernos pueden invertir directamente en infraestructura de banda ancha, así como ofrecer ventajas fiscales, préstamos a bajo interés o subvenciones a los participantes del sector industrial que desean instalar redes de banda ancha en zonas poco desarrolladas. Al estimular la creación de la banda ancha «para todos» es importante evitar que el Estado otorgue subvenciones cruzadas o directas que podrían dar ventajas injustas a ciertos participantes en el mercado. Se invita a los gobiernos a que colaboren proporcionando infraestructura y servicios de banda ancha en zonas en las que el sector público no presta servicio debido a condiciones desfavorables del mercado.

b) Las instituciones públicas y cómo satisfacer la demanda de banda ancha

En zonas donde todavía no son viables las conexiones en los hogares, las escuelas, los hospitales y los centros de acceso comunitarios pueden ofrecer conexiones de banda ancha. La red se puede ir ampliando poco a poco desde esos puntos centrales a medida que lo permita la tecnología y la economía. Asimismo, la tecnología de banda ancha inalámbrica se convierte en una alternativa comunitaria viable para soluciones de línea fija como banda ancha a través de DSL o el módem de cable.

c) Participación de las autoridades públicas a todos los niveles

Las iniciativas nacionales, regionales y municipales así como los proyectos de participación comunitaria han demostrado ser propicios para la ampliación del acceso. En algunos casos, las autoridades públicas han decidido proporcionar o subvencionar la infraestructura necesaria a fin de estimular el desarrollo económico de una determinada zona.

d) Directrices sobre prácticas idóneas para propiciar conexiones de banda ancha y de Internet de bajo costo

En el Simposio Mundial para Organismos Reguladores (organizado anualmente por el UIT-D) celebrado en diciembre de 2004 se elaboraron las Directrices sobre prácticas idóneas para propiciar conexiones de banda ancha y de Internet de bajo costo. En ellas se describen las fases sobre las que debería fundarse un entorno normativo habilitador y de qué manera las autoridades públicas pueden contribuir a estimular el crecimiento de las aplicaciones de banda ancha en el mercado de las telecomunicaciones. (En el Anexo IV pueden

consultarse las Directrices en su totalidad.) Se citan a continuación algunas de las directrices indicadas:

- Alentamos a las más altas instancias gubernamentales a expresar su apoyo político definiendo objetivos normativos nacionales o regionales. Estos incluyen el establecimiento de reguladores independientes separados del operador y protegidos de interferencias políticas, un proceso regulatorio transparente, y la adopción y puesta en práctica de normas claras.
- Alentamos a los reguladores a establecer políticas que estimulen la competencia entre diferentes tecnologías y segmentos de la industria con el propósito de lograr el desarrollo y despliegue de la banda ancha. Lo que incluye enfrentarse, en modo no discriminatorio, a las barreras o cuellos de botella que puedan existir en el acceso a infraestructuras básicas.
- Alentamos a los organismos reguladores a atribuir suficiente espectro para facilitar la utilización de tecnologías de radiocomunicaciones de banda ancha modernas y rentables. Somos partidarios asimismo de planteamientos innovadores en materia de gestión del recurso del espectro, tales como la capacidad de compartir espectro o atribuirlo sin licencias a condición de que no se produzcan interferencias.
- Instamos a los organismos reguladores a llevar a cabo consultas públicas periódicas con las partes interesadas a fin de documentar el proceso de adopción de decisiones normativas.
- Recomendamos que los organismos reguladores consideren cuidadosamente la manera de reducir al mínimo las gestiones para la obtención de licencias.
- Alentamos a los organismos reguladores a definir una estrategia clara en materia normativa para el sector privado, a fin de reducir las incertidumbres y los riesgos y suprimir todo lo que no sea propicio a las inversiones.

Sección II – Matrices tecnológicas

El término matriz es genérico y puede utilizarse de diversas formas. En este contexto se refiere a una breve descripción de una determinada tecnología en relación con la cual se presentan ciertas aplicaciones y los últimos avances en la materia, junto con las correspondientes referencias.

En líneas generales, las tecnologías de las telecomunicaciones de banda ancha se pueden dividir en alámbricas e inalámbricas. Las tecnologías alámbricas comprenden las líneas telefónicas tradicionales, líneas de antena colectiva y líneas de fibra óptica. Las telecomunicaciones inalámbricas abarcan la tecnología inalámbrica celular y fija, las telecomunicaciones de corta distancia a alta velocidad tales como las RLAN y las transmisiones ópticas en el espacio libre, y las transmisiones por satélite. Las redes de satélite comprenden la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) y no geoestacionarios (no OSG). Estos últimos abarcan los satélites en órbita terrestre baja (LEO), satélites en órbita terrestre media (MEO) y satélites en órbitas muy elevadas (HEO), con una aplicación especial que trasciende la órbita de satélites geoestacionarios, que se define como satélites en órbitas elípticas muy inclinadas (HEO). La banda ancha utiliza una sola tecnología, alámbrica o inalámbrica, o una combinación de las mismas para ofrecer al usuario acceso a alta velocidad.

II.1 Tecnologías alámbricas de acceso en banda ancha

En lo tocante al acceso a una red de área extensa existen numerosas opciones tecnológicas alámbricas que compiten actualmente para conquistar una parte del mercado. Estas opciones se originan en los entornos de red de área extensa (WAN) y de red de área local (LAN) e incluyen distintos sistemas tales como, por ejemplo, RDSI, ATM, retransmisión de trama con conmutación Ethernet, varias tecnologías de transmisión de datos por antena colectiva (CATV) y la familia de tecnologías de línea de abonado digital.

II.1.1 Matriz tecnológica DSL

La introducción de nuevos servicios que requieren señales digitales con velocidades cada vez más altas exige que se aumente la anchura de banda utilizable de los bucles de abonado existentes con complejas tecnologías o que se reemplacen los pares trenzados por medios de transmisión de banda ancha tales como cables de fibra/cables coaxiales o transmisión inalámbrica.

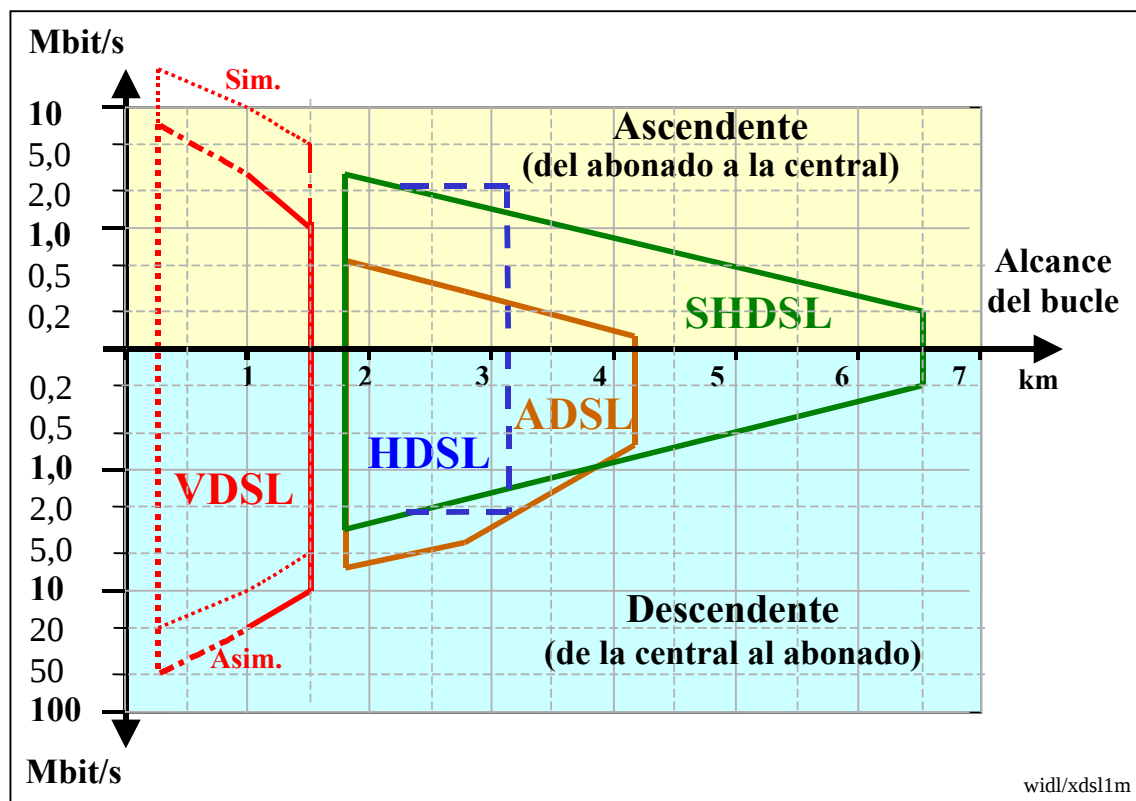
Históricamente los bucles de abonado contienen pares de alambre de cobre trenzados ensamblados en cables multipar. Los bucles de abonado se llevan estudiando muchos años y se definen por tipo de cable, longitud de cable, estructura de bucle y fuentes de ruido. El espectro del bucle de abonado utilizado para señales vocales de hasta 4 kHz puede ampliarse hasta unos 1 100 kHz para la transmisión de señales digitales mediante tecnologías DSL. El elevado costo que entraña la sustitución de los bucles de abonado existentes y al mismo tiempo el desarrollo en el terreno del procesamiento de las señales digitales influyó en el desarrollo de tecnologías de bucle de abonado digital (DSL, *digital subscriber loop*) con miras a lograr una mejor utilización del ancho de banda disponible y, por consiguiente, la transmisión a velocidades más elevadas. La tecnología DSL permite que las señales digitales compartan el bucle de abonado con las señales telefónicas ordinarias.

Sistemas DSL típicos:

- línea de abonado digital de alta velocidad binaria (HDSL);
- línea de abonado digital asimétrica (ADSL);
- línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL);
- línea de abonado digital de alta velocidad binaria de un solo par (SHDSL);
- línea de abonado digital basada en la RDSI (DSL RDSI).

En la Figura 1 se ilustra el diagrama de alcance y velocidad de transmisión de datos típicos de los sistemas que utilizan un solo par (sin ningún repetidor, es decir, sin regenerador).

Figura 1 – Alcance del bucle en relación con los diversos sistemas DSL



Los valores indicados en el cuadro dependen de varios parámetros tales como calibre del hilo, derivaciones puenteadas, perturbaciones (incluida la diafonía entre pares), márgenes, etc. Ahora bien, como aparecen continuamente nuevas tecnologías, estos valores pueden cambiar.

La HDSL es la tecnología DSL más ampliamente instalada y utiliza dos o tres pares de cobre trenzados. La mayoría de las aplicaciones proporcionan 1,5 Mbit/s (T1) o 2 Mbit/s (E1) simétricas hasta 3 000 m de la central. Esta distancia se puede aumentar con regeneradores.

La ADSL tiene las mejores perspectivas a corto plazo para proporcionar acceso de banda ancha a los mercados de las oficinas pequeñas y los hogares. Se atribuye más ancho de banda a la transmisión «descendente» (tráfico del proveedor de servicio al abonado) que a la «ascendente» (tráfico del abonado al proveedor de servicio). Las atribuciones de ancho de banda permiten cursar simultáneamente tráfico del servicio telefónico ordinario (POTS) de la RDSI. Existen dos versiones de la ADSL: la ADSL total que utiliza aproximadamente 1 MHz y la ADSL Lite que utiliza aproximadamente 0,5 MHz de ancho de banda. La ADSL total exige la instalación de un divisor, la ADSL Lite funciona sin divisores o sólo necesita instalaciones simplificadas de filtros en línea.

La VDSL está concebida para velocidades binarias mucho más elevadas y distancias de bucle de abonado extremadamente cortas. La VDSL se utiliza a menudo con instalaciones de fibra tales como, por ejemplo, instalaciones de fibra hasta la acometida. Con ayuda de divisores se puede cursar simultáneamente tráfico telefónico ordinario.

En el futuro se prevé que la SHDSL sustituya a la HDSL y sea el único sistema que trabaje normalmente en un solo par. Se puede aumentar en el alcance utilizando dos pares y/o regeneradores. La utilización de la codificación avanzada limita las necesidades de ancho de banda que conducen a la coexistencia con otros sistemas DSL.

La familia de tecnologías DSL permite muchas posibilidades de transmisión y puede satisfacer diferentes necesidades del mercado, para infraestructuras actuales o futuras. En el contexto de las DSL, ya sean de uno o dos pares, simétricas o asimétricas, de velocidad adaptativa o multicanal, todas las tecnologías de línea de abonado digital permitirán afrontar las dificultades del mercado. Las necesidades del mercado y las tecnologías DSL siguen evolucionando.

Además de la velocidad, los sistemas DSL ofrecen otra ventaja fundamental, a saber, la conexión constante. Como los módems DSL utilizan tecnologías sin conexión, a semejanza de una LAN de oficina, el PC del abonado siempre está conectado a la red.

Lista resumida de referencias

- a) Informe sobre tecnologías DSL, Doc. UIT-D/2/082(Rev.3), 2002
Understanding Digital Subscriber Line Technology
Thomas Starr e.a.
Communication Engineering
- b) Prentice Hall PTR, NJ 07458, 1999
DSL, Simulation Techniques and Standards
Dr. Walter Y. Chen
Macmillan Technical Publishing, Indianapolis, Indiana, 1998

II.1.2 Matriz de cable básica

Gracias a la cobertura casi generalizada en algunos países de la antena colectiva de banda ancha para la TV por cable, las conexiones de antena colectiva constituyen una plataforma muy útil para ofrecer a abonados residenciales y pequeñas empresas un acceso de datos de alta velocidad. No obstante, se han de mejorar los sistemas de televisión por cable unidireccionales para convertirlos en modernas redes bidireccionales a fin de que admitan servicios de telecomunicaciones avanzados.

El estudio de la «acometida de TV por cable» llevado a cabo por la Comisión de Estudio 9 del UIT-T puede ser una introducción útil a las redes de TV por cable. Se podrá encontrar información adicional sobre las redes de TV por cable en los siguientes epígrafes del Fascículo 4 de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D:

- 5.3.9 Distribución de televisión por cable
- 5.3.9.1 Componentes esenciales de los sistemas de televisión por cable
- 5.3.9.2 Sistemas de cable HFC
- 5.3.9.3 Servicios interactivos bidireccionales de televisión
- 5.3.9.4 Sistemas de cable para datos de alta velocidad

Acometida de TV por cable

Los sistemas de cable se concibieron originalmente para transmitir señales de televisión eficazmente a los hogares de los abonados. Para cerciorarse de que los consumidores puedan recibir un servicio por cable con los mismos aparatos de TV que utilizan para recibir señales de televisión por ondas hertzianas, los operadores de cable crean de nuevo una porción del espectro de frecuencias radioeléctricas hertzianas (RF) en una línea de antena colectiva sellada y la distribuyen al domicilio de los abonados.

Los sistemas de antena colectiva tradicionales suelen funcionar con una capacidad de 330 MHz o 450 MHz, mientras que los modernos sistemas híbridos fibra/coaxial (HFC) alcanzan hasta 750 MHz o más.

Lógicamente, las señales de programas de vídeo descendentes comienzan alrededor de 50 MHz, lo equivalente al canal 2 de las señales de televisión hertzianas. La parte de 5 MHz-42 MHz del espectro suele reservarse a las telecomunicaciones ascendentes desde el hogar del abonado.

Por ejemplo, en el caso de los países que utilizan la norma de transmisión del Comité Nacional de Normas de Transmisión (NTSC) de los Estados Unidos, cada canal de televisión normal ocupa 6 MHz de espectro. Por lo tanto, un sistema de cable tradicional con 400 MHz de ancho de banda descendente puede transmitir un tráfico equivalente a 60 canales de TV analógicos y un sistema HFC moderno con 700 MHz de ancho de banda descendente tiene capacidad para unos 110 canales.

Redes de acceso por módem de cable

Para proporcionar servicios de datos por una red de cable, un canal de televisión (en la gama de 50-750 MHz) se suele atribuir al tráfico descendente hacia los hogares y otro canal (en la banda 5-42 MHz) se utiliza para transmitir las señales ascendentes.

Un *sistema de terminación de módem de cable (CMTS)* de cabecera comunica a través de esos canales con *módems de cable* en el hogar del abonado, para crear una conexión virtual de red de área local (LAN). La mayoría de los módems de cable son dispositivos externos que se conectan a un ordenador personal (PC) a través de una caja externa 10Base-T Ethernet normalizada o una tarjeta PCI o PCMCIA interna, o a través de una conexión por bus serie universal BUS (USB, *universal serial bus*).

La red de acceso por módem de cable funciona en la capa 1 (física) y en la capa 2 (control de acceso a los medios/control de enlace lógico) del modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI). Por lo tanto, los protocolos de capa 3 (red), tales como el tráfico IP, pueden transitar sin solución de continuidad por la plataforma de módem de cable hacia los usuarios finales.

Un solo canal de televisión descendente de 6 MHz puede admitir hasta 27 Mbit/s de caudal de datos descendentes desde la cabecera de cable, mediante tecnología de transmisión 64 QAM (modulación por amplitud en cuadratura). Las velocidades pueden acelerarse hasta 36 Mbit/s utilizando 256 QAM. Los canales ascendentes pueden cursar de 500 kbit/s a 10 Mbit/s desde los hogares utilizando técnicas de modulación 16QAM o QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura), dependiendo del volumen de espectro atribuido al servicio. Este ancho de banda ascendente y descendente es compartido por los abonados de datos activos conectados a un determinado segmento de red de cable, habitualmente entre 500 y 2 000 hogares en una red HFC moderna.

Además de la velocidad, los módems de cable ofrecen una ventaja fundamental, a saber, la conexión constante. Como los módems de cable utilizan tecnologías sin conexión, a semejanza de una LAN de oficina, el PC del abonado siempre está conectado a la red.

Prestación de Internet por cable

Para entrar en el mercado de Internet de alta velocidad, los operadores de cable no pueden limitarse a instalar sencillamente equipos de módem de cable. Más bien al contrario, deben instalar en cada comunidad a la cual prestan servicio una avanzada infraestructura de red IP de extremo a extremo que sea suficientemente robusta para admitir decenas de miles de abonados de datos. Esta infraestructura comprende conexión modular Internet, encaminadores, servidores, herramientas de gestión de red, así como sistemas de seguridad y facturación. Fundamentalmente, los operadores de cable deben afrontar la tarea de crear algunas de las «intranet» más grandes del mundo, un gran desafío de ingeniería y explotación.

Los operadores de cable tratan de proporcionar un acceso *intranet* de alta velocidad en lugar de un acceso *Internet* directo por un motivo muy sencillo: una conexión de red es tan rápida como su segmento más lento y, por consiguiente, la ventaja de un enlace de cable de 1 Mbit/s se pierde si un abonado trata de acceder a contenido almacenado en un servidor web conectado a Internet a través de una línea de 56 kbit/s. La solución de este problema consiste en acercar aún más el contenido al abonado, es decir, idealmente, hasta la cabecera del cable. Esto se logra grabando o registrando copias de contenido Internet muy solicitado en servidores locales y, cuando un abonado de módem de cable accede a una página web, se le encamina hacia el servidor en el extremo a gran velocidad, en lugar de que deba viajar por la Internet congestionada.

Varias empresas ofrecen servicios de red y de integración de sistemas completos a operadores de cable que necesitan una Internet de alta velocidad.

Calidad de funcionamiento de las plataformas de red compartidas

La mayoría de los sistemas de módem de cable dependen de una plataforma de acceso compartida, similar a una LAN de oficina. A diferencia de las redes telefónicas con conmutación de circuitos en las cuales el llamante dispone de una conexión particular, los usuarios de módems de cable no ocupan un volumen fijo de ancho de banda durante su sesión en línea, comparten la red con otros usuarios activos y utilizan los recursos de la red únicamente cuando envían o reciben datos en rápidas ráfagas. Por lo tanto, en lugar de que 200 usuarios en línea puedan disponer cada uno de 135 kbit/s, durante el milisegundo que necesitan para telecargar sus paquetes de datos, pueden utilizar todo el ancho de banda disponible de hasta muchos megabits por segundo.

Si una alta tasa de utilización empieza a provocar una congestión, los operadores de cable pueden añadir ancho de banda para servicios de datos. Un operador de cable puede atribuir un canal de vídeo de 6 MHz adicional para datos de alta velocidad y duplicar así el ancho de banda descendente disponible para los usuarios. Otra posibilidad para añadir ancho de banda consiste en subdividir la red de cable física prolongando las líneas de fibra óptica. De este modo se reduce el número de hogares que reciben servicio por cada segmento de red y, por lo tanto, aumenta el ancho de banda disponible para cada usuario.

II.1.3 Matriz de sistemas de fibra hasta las instalaciones (FTTP)

La fibra hasta las instalaciones (FTTP, *fiber to the premises*) se está transformando en la arquitectura de red de acceso preferida, puesto que trae consigo una inmensa reducción de los costos de equipo y de los costos que entraña la instalación de la planta exterior (SOP). Varios de los operadores tradicionales más importantes de los Estados Unidos ya han anunciado que prevén transformar sus instalaciones externas («Greenfield») en FTTP. Análogamente, el propio ciclo económico de la rehabilitación de las redes de cobre, a tenor del

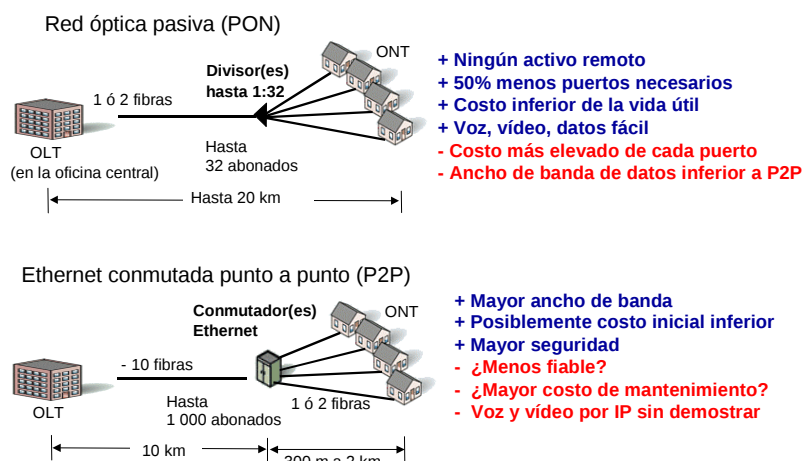
cual la planta de cobre debe sustituirse a causa de la degradación, hace que estas instalaciones («brownfield») resulten cada vez más atractivas para la utilización de sistemas FTTP. Por último, habida cuenta de los gastos considerables que exige la ampliación del alcance de las redes de cobre para prestar servicio a los consumidores de zonas rurales a causa de sus limitaciones de distancia, la FTTP se está transformando rápidamente en la arquitectura de red de acceso preferida por los proveedores de servicios en zonas rurales que tratan de ofrecer a los consumidores una «tríada de servicios» de voz, vídeo y datos.

Las tecnologías de equipos de red de acceso FTTP pueden clasificarse principalmente como activas o pasivas (las soluciones pasivas suelen llamarse redes ópticas pasivas o PON (*passive optical networks*)). Las soluciones activas consisten en componentes electrónicos instalados en el terreno y suelen ofrecer un mayor ancho de banda, mientras que las soluciones pasivas no tienen componentes electrónicos en el terreno y permiten ahorrar gastos de instalación y explotación.

Estas soluciones pueden subdividirse además en punto a punto (P2P), que consiste en un enlace directo de uno a uno entre la oficina central del proveedor y/o cabecera y las instalaciones del cliente, o punto a multipunto (P2MP) en las cuales la señal de la oficina central del operador se separa y envía a múltiples instalaciones de clientes. Habitualmente las soluciones P2P ofrecen un mayor ancho de banda mientras que las soluciones P2MP tienen gastos de instalación y explotación menos elevados.

Por último, en las soluciones activas, pasivas, P2P y P2MP se dispone de diversas opciones de protocolo de red que permiten distinguir aún más entre cada posibilidad. Por ejemplo, entre las PON hay soluciones APON (y sus variantes BPON) basadas en el protocolo ATM (modo de transferencia asíncrono) de la telefonía de voz tradicional, y soluciones EPON basadas en el utilizadísimo protocolo Ethernet basado en el IP. Las BPON/APON se basan en la Recomendación G.983.3 del UIT-T y su versión actual ofrece 622 Mbit/s descendentes a 1490 nm y 155 Mbit/s ascendentes a 1310 nm con una relación de división de 1:32 (una señal dividida en 32 clientes), con vídeo de cable analógico a 1550 nm, y es ofrecida por empresas como Optical Solutions, Alcatel, Hitachi y otras. La tecnología de la norma GPON (ofrecida por las mismas empresas) se basa en la norma G.984.2 del UIT-T y también se basa en el protocolo ATM tradicional, pero con velocidades superiores y ofrece 2422 ó 1244 Mbit/s descendentes a 1490 nm y 155, 622, 1244 ó 2422 Mbit/s ascendentes a 1310 nm con una relación de división de hasta 1:64 y vídeo de cable analógico a 1550 nm. Las soluciones EPON se basan en la norma IEEE 802.3ah, completada por la norma IEEE P802.3ah Ethernet en el Grupo Especial sobre el último kilómetro en 2004, y utilizan IP para servicios de voz y datos, amén de ofrecer 1000 Mbit/s descendentes a 1490 nm, 1000 Mbit/s ascendentes a 1310 nm con una relación de división de 1:32 y vídeo de cable analógico a 1550 nm (las empresas que comercializan estos productos son Alloptic, Calix, FlexLight y otras). En la Figura 2 se resumen gráficamente las posibilidades de arquitectura FTTP.

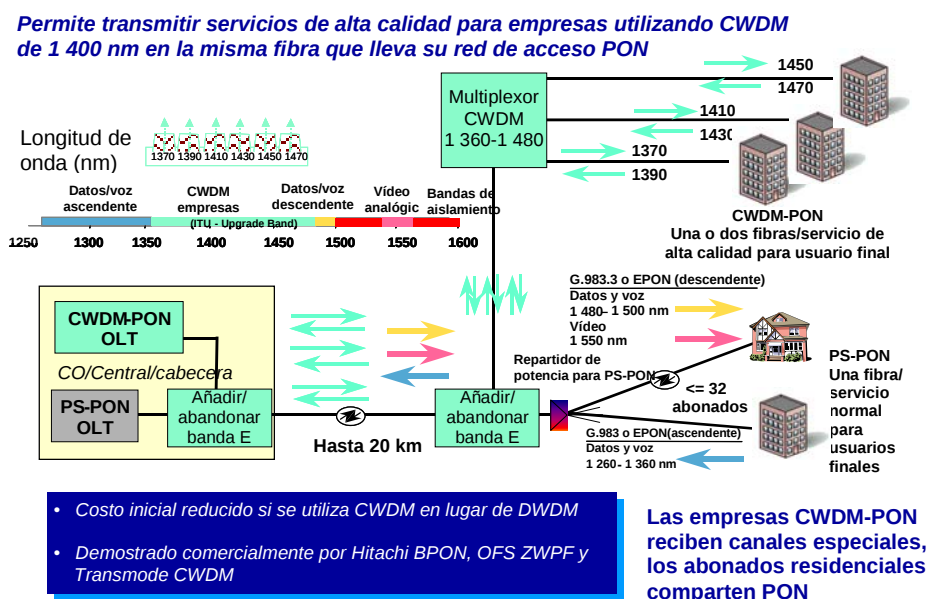
Figura 2 – Arquitecturas FTTP: PON y P2P



Además de la selección entre activo y pasivo y APON, BPON, GPON o EPON, hay evoluciones tecnológicas notables en soluciones de planta exterior que pueden afectar notablemente los costos y las ventajas que entraña la instalación de redes de acceso FTTP.

Una cuidadosa selección de la fibra puede reducir en gran medida los costos derivados de la instalación de redes ya que permite a los operadores adaptar el componente de la red de acceso FTTP junto con el componente de su red de borde de empresa y transporte en una sola unidad de fibra. La avanzada tecnología actual de fibras con pico de absorción del agua nulo (ZWPF, *zero water peak fibers*) está sustituyendo a las antiguas fibras monomodo (SSMF) y permite instalar redes de borde de multiplexión por división de longitud de onda aproximada (CWDM) de 16 canales en la misma fibra que lleva una red FTTP con distribución de 1:32 ó 1:64. Los canales CWDM son 60% menos onerosos que los canales de multiplexión por división de longitud de onda densa (DWDM) y, por lo tanto, las instalaciones de red de acceso/borde permiten a las empresas instalar dos redes en una sola infraestructura, y proporcionar arquitecturas de red metropolitanas sumamente rentables mediante la utilización de canales CWDM mucho menos onerosos. La Figura 3 representa ese tipo de CWDM por arquitectura PON y las ventajas de proporcionar servicios de transporte de red o servicios de longitud de onda de empresas con recargo por la misma infraestructura que lleva una red de acceso PON.

Figura 3 – La fibra con pico de absorción del agua nulo permite la multiplexión por división de longitud de onda aproximada (CWDM) por redes dos a uno PON



Del mismo modo que al seleccionar la fibra adecuada (ZWPF) se obtienen las ventajas de dos redes por el precio de una, la selección de fibras y componentes de baja pérdida puede permitir a las empresas alcanzar hasta dos veces la distancia prevista de los equipos comerciales. Con esta distancia adicional las empresas pueden prestar servicio a hasta dos veces más clientes por la misma inversión en planta exterior, y conectar así a todos sus clientes, lo que les permite realizar hasta 30% de ahorros de costos de sistema gracias a una relación más eficaz entre distribución y fibra de alimentación.

En algunos casos se dispone de un cierto número de pares de hilos de cobre entre el proveedor de servicio y un abonado. Esos pares pueden combinarse, esto es, agruparse, tal como se indica en las Recomendaciones del UIT-T de la serie G, lo cual da lugar a un aumento considerable de la capacidad de un solo tren. Dos pares de hilos de cobre doblan la capacidad de transmisión, tres pares la triplican, y pueden agruparse hasta 32 pares. La carga útil en los pares puede estar basada en ATM, en Ethernet o bien estar relacionada con señales que utilizan multiplexión inversa por división en el tiempo.

II.1.4 Matriz de múltiplex por división de longitud de onda densa

La invención de las fibras ópticas de baja pérdida a principios de los años 70 con ventanas de baja pérdida a aproximadamente longitudes de onda de 1 300 nm permitió transmitir señales de luz a distancias de decenas de kilómetros sin regeneración gracias a la utilización de diodos electroluminiscentes y fibras multimodo. En los años 80 se introdujeron las fibras monomodo conectadas a transmisores láser en modo multilongitudinal (MLM) que permitían transmitir aproximadamente 100 Mbit/s. Con las fibras de dispersión desplazada y sistemas láser con realimentación distribuida en modo longitudinal único se podían instalar sistemas con secciones de hasta 100 km entre repetidores y una velocidad de transmisión de unos 2,5 Gbit/s. En los años 90, los regeneradores que contenían amplificadores de fibra dopados con erbio permitían la transmisión simultánea de muchas longitudes de onda adyacentes, lo cual condujo a los sistemas de multiplexión por división de longitud de onda densa (DWDM). Estos sistemas evolucionaron hasta permitir la transmisión de dos longitudes de onda en la misma fibra, una onda en la ventana 1 310 nm y la otra en la ventana 1 550 nm, lo cual condujo a los primeros sistemas de multiplexión por división de longitud de onda (WDM). No obstante, los sistemas de multiplexión por división de frecuencias ópticas heredaron algunos de los problemas de los sistemas FDM por hilo de cobre, tales como las limitaciones de la longitud de cada sección entre regeneradores y el número de secciones consecutivas entre regeneradores. Un sistema de transmisión DWDM típico ofrecía hasta 32 longitudes de onda, $0,8 \text{ nm} = 100 \text{ GHz}$ entre longitudes de onda adyacentes, y cada longitud de onda llevaba 2,5 Gbit/s a una distancia de aproximadamente 600 km con 6 secciones entre regeneradores, lo cual daba una capacidad de transmisión total de 80 Gbit/s.

La DWDM ofrece notables ventajas con respecto a la transmisión óptica de onda única:

- *Menos efectos de dispersión.* Para un caudal determinado, la velocidad de cada canal puede disminuirse y, por lo tanto, se reducen los efectos de la dispersión cromática y por polarización. Por consiguiente, se puede aumentar la distancia entre regeneradores, aunque se sigue necesitando una amplificación óptica para mantener el presupuesto de potencia, y la capacidad se puede aumentar en una planta instalada no ideal.
- *Adaptabilidad mejorada.* La adición de nuevas longitudes de onda, conforme al principio de «pago por longitud de onda», puede aumentar de manera sencilla el caudal. No es necesario que todas las longitudes de onda adicionales tengan la misma frecuencia, aumentándose así la flexibilidad.
- *Especificaciones menos estrictas.* La DWDM reduce las limitaciones tecnológicas de los componentes optoelectrónicos necesarios para instalar un sistema, ya que esos componentes sólo necesitan funcionar al máximo de su propia longitud de onda en lugar de al caudal total.
- *Funcionamiento dúplex completo* en una sola fibra.

Con la aparición de sistemas DWDM se ofrecen varias alternativas para aumentar la capacidad de transmisión influenciando el número de longitudes de onda por par de fibras (espaciamiento), la velocidad binaria por longitud de onda, la banda de frecuencias óptica y la distancia (con o sin regeneración de temporización). En la Figura 4 se indican los parámetros que influyen la evolución prevista de los sistemas DWDM.

- *El aumento de la velocidad binaria* está limitado por efectos físicos tales como la dispersión cromática (que podría exigir una gestión de la dispersión), la dispersión en modo de polarización (fundamental para las fibras ya instaladas), la falta de linealidad de la fibra (que conduce a una modulación de fase cruzada y a la mezcla de cuatro ondas), componentes electrónicos más rápidos y onerosos (por ejemplo, conversión O/E).
- *El aumento del número de longitudes de onda* está limitado por el ancho de banda óptico total disponible (en las fibras y los amplificadores) y el espaciamiento entre longitudes de onda (que entraña problemas de estabilidad, limitaciones de la velocidad binaria y una mayor desacentuación de los efectos de no linealidad).
- *El aumento de la distancia* está limitado por la ganancia del amplificador (que depende de la ganancia de ancho de banda y longitud de onda), el número de secciones consecutivas entre regeneradores (dependiendo de la acumulación de ruido y de la fluctuación de fase, y de que los regeneradores tengan o no función de reajuste de la temporización).

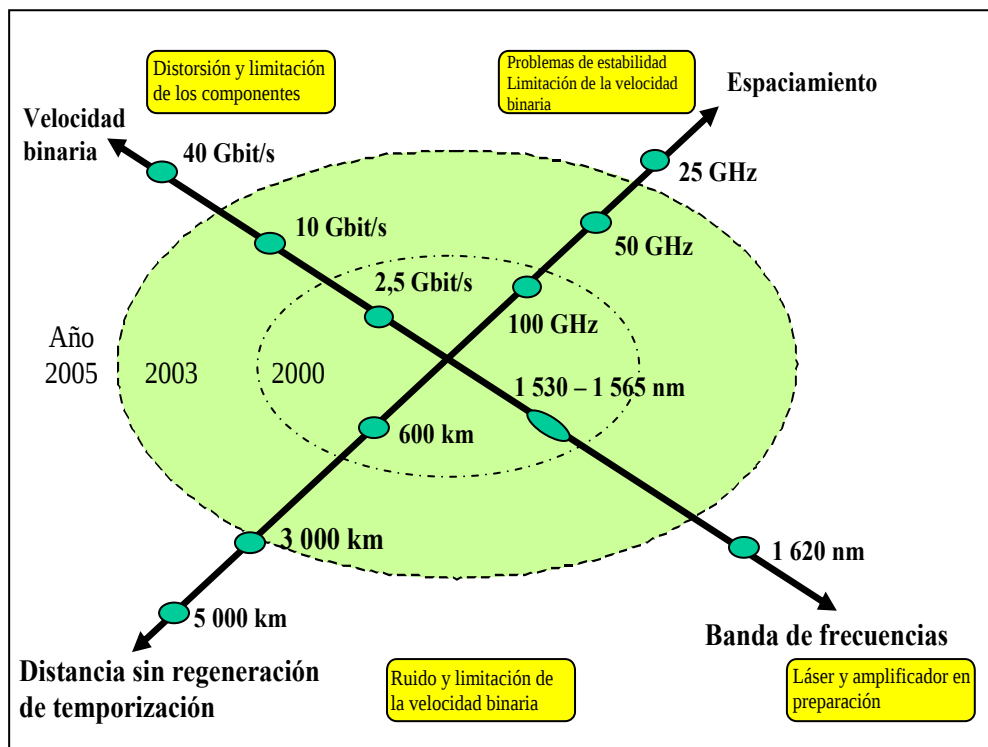
Los parámetros dependen unos de otros, es decir que aumentar el valor de un parámetro podría disminuir los valores admisibles de otros parámetros.

En las publicaciones se describen sistemas DWDM de alta capacidad como sigue:

- Señales de 10 Gbit/s en 32 longitudes de onda, lo cual da 320 Gbit/s. Se habla de secciones de transmisión óptica de 80 a 140 km para obtener trayectos de transmisión óptica de más de 600 km.
- Señales de 20 Gbit/s en 50 longitudes de onda, lo cual da más de 1 Tbit/s en una fibra.
- Señales de 10 Gbit/s en 150 longitudes de onda con espaciamiento de 50 GHz, lo cual da 1,5 Tbit/s.

Para este sistema se necesitó una fibra con compensación de la dispersión para obtener secciones de transmisión óptica de 100 km y trayectos de transmisión óptica de 400 km.

Figura 4 – Evolución de los sistemas DWDM



Habida cuenta de la evolución previsible, es probable que próximamente se añadan instalaciones de conmutación óptica, comenzando con elementos de adición/supresión no reconfigurables, siguiendo con anillos autorregenerables protegidos ópticamente y terminando por conexiones cruzadas ópticas para la interconexión de anillos o como base de redes ópticas en malla. Ahora bien, es probable que consideraciones físicas limiten las dimensiones de las redes fotónicas, que sólo podrían ampliarse mediante la utilización parcial o total de regeneradores optoelectrónicos o fotónicos.

II.1.5 Matriz de jerarquía digital síncrona

La creciente demanda de mayores velocidades de transmisión binaria, de un tratamiento de canales más flexible y las necesidades de gestión más complejas conducen al concepto de transmisión síncrona. El concepto fue mencionado por primera vez en Estados Unidos por Bellcore, que lo bautizó SONET (red óptica síncrona, *synchronous optical network*). La UIT ha perfeccionado y generalizado esos principios para obtener la jerarquía digital síncrona, SDH. El espíritu de cooperación internacional dio lugar a la aceptación mundial de una norma para SDH. Esta jerarquía amplía los principios de la jerarquía digital plesiócrona (PDH) y evita algunos de sus inconvenientes, con los siguientes resultados:

- Pueden añadirse o extraerse canales o grupos de canales de 64 kbit/s digitales directamente de las señales SDH sin etapas de multiplexión intermedias, lo cual abarata los equipos de inserción/extracción.
- Las señales plesiócronas de distintos niveles y pertenecientes a jerarquías diferentes (por ejemplo, ETSI Europa, ANSI-USA) pueden hacerse corresponder con SDH y transmitirse como señales SDH.
- Los canales y grupos de canales de 64 kbit/s digitales pueden conmutarse en transconexiones digitales (DXC) síncronas.
- El encaminamiento en las redes DXC puede controlarse por comando y permite crear configuraciones de red lógica diferentes de manera flexible en la misma red física. Configuraciones de red lógica diferentes pueden aparecer en momentos diferentes.
- Las DXC permiten discriminar el tráfico. Por ejemplo, una señal digital entrante que lleva una mezcla de datos, voz y vídeo puede convertirse en señales digitales separadas para datos, voz y vídeo.
- Las DXC permiten empaquetar el tráfico. Por ejemplo, señales digitales entrantes con intervalos de tiempo en reposo pueden combinarse en señales digitales sin esos tiempos de reposo que aprovechan plenamente el medio de transmisión.
- Una DXC puede coubicarse con una central telefónica. En ese caso, la DXC trata la carga de tráfico básico constante y la central se ocupa de las crestas de tráfico, lo cual resulta más económico que un solo conmutador telefónico de mayor capacidad.
- Por último, pero no por ello menos importante, las SDH y DXC son los primeros tipos de equipos concebidos específicamente para redes de gestión de las telecomunicaciones (TMN) con gran capacidad de gestión.

La unidad de base de la jerarquía SDH es el módulo de transporte síncrono, STM-1, que contiene 19 440 bits. El STM-1 se repite 8 000 veces por segundo y da las velocidades binarias STM-N siguientes:

STM-1	155,520 Mbit/s
STM-4	622,08 Mbit/s
STM-16	2 488,32 Mbit/s
STM-64	9 953,28 Mbit/s

La necesidad de transportar señales PDH de distintas jerarquías junto con señales ATM dio lugar a un complejo sistema de multiplexión. Un sistema STM-1 puede transmitir varios sistemas PDH y un sistema ATM como se ilustra a continuación:

3 sistemas de 34 ó 45 Mbit/s; 84 sistemas de 1,5 Mbit/s

21 sistemas de 6 Mbit/s; 1 sistema de 140 Mbit/s

63 sistemas de 2 Mbit/s; 1 sistema ATM

Se han normalizado cuatro tipos de multiplexores (MUX) SDH básicos

- 1) MUX para la conversión de señales plesiócronicas (conforme a la Recomendación G.703) a señales STM-N síncronas. Es posible una asignación flexible de un afluente a cualquier posición en la trama STM-N. Adecuado para el establecimiento de enlaces SDH en un entorno plesiócronicamente.
- 2) MUX para conversión entre varias señales STM. Pueden multiplexarse varias señales STM-1 a una velocidad binaria más elevada. Se puede asignar de manera flexible un VC-3/4 a cualquier posición en un STM-N. Permite utilizar eficazmente la capacidad de los cables de fibra óptica.
- 3) MUX para inserción/extracción de señales plesiócronicas y síncronas a STM-N sin demultiplexión y terminación de la señal completa. Pueden añadirse o suprimirse canales individuales o grupos de canales de un flujo binario síncrono. Una utilización típica son multiplexores de inserción/extracción en configuraciones de anillo autorregenerable.
- 4) MUX para traducción (interfuncionamiento) para permitir que cargas C-3 en VC-3 transiten entre, por ejemplo, redes basadas en EE.UU. y redes europeas.

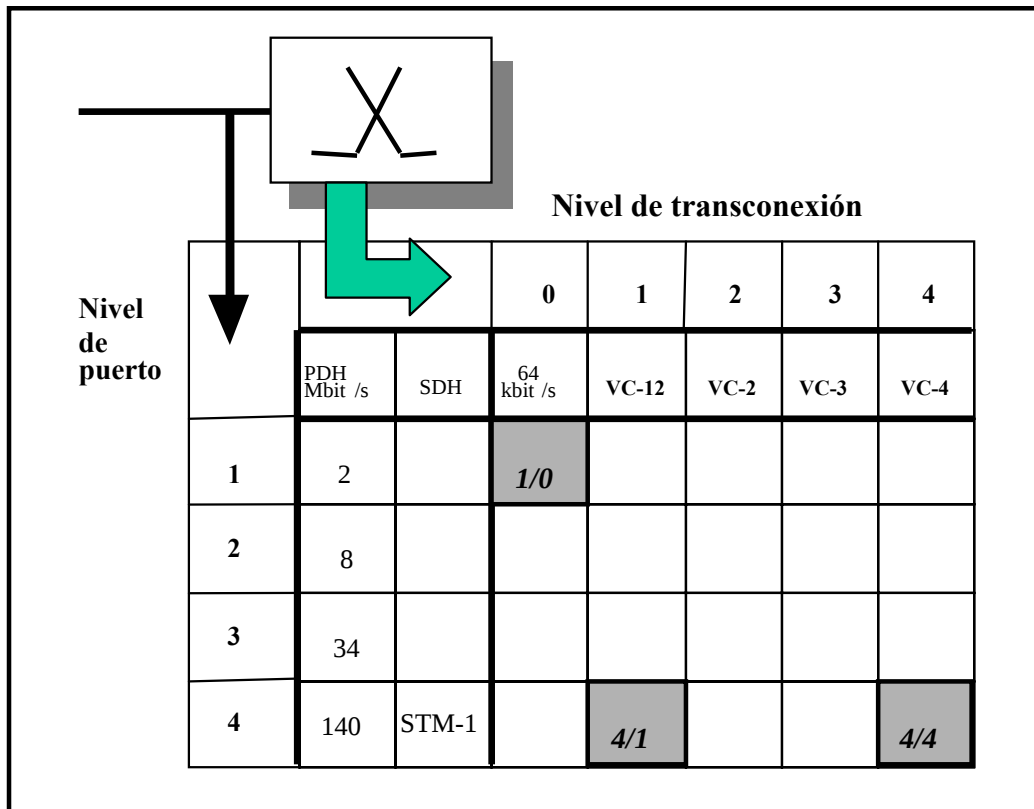
Se han normalizado tres tipos de transconexiones digitales (DXC) básicas

- 1) Transconexiones DXC para señales plesiócronicas a 140 Mbit/s o señales STM-1.
- 2) Transconexiones DXC para señales plesiócronicas a 2, 34 y 140 Mbit/s.
- 3) Las DXC combinan las funcionalidades de los tipos 1 y 2.

Las DXC se caracterizan por niveles de puerto y niveles de transconexión, como se indica en el ejemplo de la Figura 5.

DXC 1/0	nivel de puerto 2,048 Mbit/s y nivel de transconexión 64 kbit/s para, por ejemplo, redes de líneas arrendadas de 64 kbit/s
DXC 4/1	nivel de puerto 140 Mbit/s y nivel de transconexión VC-12 para, por ejemplo, redes de líneas arrendadas de 2 Mbit/s
DXC 4/4	nivel de puerto 140 Mbit/s o STM-1 y nivel de transconexión VC-4 para, por ejemplo, protección de red, junto con DXC 4/1 para administración de red.

Figura 5 – Ejemplos de equipo de transconexión digital



Una aplicación importante de la SDH es la utilización de anillos de protección compartida de sección múltiple (MS-SP). La carga útil total de cada enlace STM-N se divide por partes iguales en capacidad de trabajo y de protección. El tráfico es bidireccional: dos anillos de fibra se utilizan para el sentido dextrógiro y dos para el sentido levógiro. La capacidad de protección es compartida por todas las secciones de trabajo. Si se produce un fallo del enlace se proporciona un bucle en los nodos adyacentes al enlace o nodo averiado. Los parámetros de anillo típicos son: 8 VC-4 por enlace, tiempo de conmutación inferior a 50 ms y hasta 16 nodos en un anillo. En las configuraciones de red modernas los anillos se utilizan en tándem y cada uno representa, por ejemplo, una capa de red. Los fallos de cables y nodos se eliminan utilizando los principios descritos *supra*. En ese caso, la conexión de dos anillos a través de dos nodos utiliza las ventajas de anillos MS-SP y conduce a configuraciones de red a prueba de fallos.

II.2 Tecnologías de acceso de banda ancha inalámbricas

Las telecomunicaciones inalámbricas abarcan una amplia gama de tecnologías, servicios y aplicaciones que han sido creadas para satisfacer las necesidades específicas de los diferentes sectores del mercado y entornos del usuario. En líneas generales, los diferentes sistemas se caracterizan por:

- bandas de frecuencias de funcionamiento;
- normas (en la UIT se utilizan Recomendaciones en lugar de normas) que definen los sistemas;
- velocidades de datos admitidas;

- mecanismos de distribución bidireccionales y unidireccionales;
- grado de movilidad;
- contenido y aplicaciones que se ofrecen;
- requisitos de reglamentación; y
- costos.

La tecnología inalámbrica es quizá una de las opciones más viables para un gran número de regiones y países en desarrollo que buscan acceso a alta velocidad o simplemente acceso. En comparación con otras tecnologías de infraestructura, la inalámbrica se instala rápidamente y tiene una cobertura geográfica relativamente amplia. Por otra parte, permite a los países con una infraestructura incipiente o inexistente «dar un salto» hacia el desarrollo, evitando totalmente la construcción de un sistema alámbrico fijo para pasar directamente al acceso a Internet. Gracias a su movilidad y portabilidad, las tecnologías inalámbricas tienen la ventaja de estimular la demanda y fomentar la aparición de nuevas estrategias para acceder a Internet y utilizar esta red.

II.2.1 Matriz de la tecnología de red de área local inalámbrica (RLAN)

Se están comercializando sistemas RLAN en todo el mundo. Hay varias normas principales (no necesariamente reconocidas por la UIT en algunas Recomendaciones) para los sistemas RLAN de banda ancha y en el Cuadro 1 se da información al respecto.

La velocidad de los ordenadores portátiles y de los dispositivos informáticos de mano aumenta constantemente, lo que les permite establecer comunicaciones interactivas entre usuarios de una red alámbrica, aunque a costa de su portabilidad cuando se conectan. Las aplicaciones multimedios necesitan instalaciones de comunicaciones de banda ancha para los terminales alámbricos y también para los dispositivos de comunicaciones portátiles y personales. Las normas de redes de área local alámbricas, admiten aplicaciones multimedios de alta velocidad. Para mantener la portabilidad, las futuras LAN inalámbricas tendrán que admitir velocidades de datos más elevadas. Se consideran RLAN de banda ancha las que admiten un caudal superior a 10 Mbit/s.

Arquitectura de sistema

Las RLAN de banda ancha tienen casi siempre una arquitectura punto-multipunto. Las aplicaciones punto-multipunto suelen utilizar antenas omnidireccionales. La arquitectura multipunto emplea dos configuraciones de sistema:

- sistema punto-multipunto centralizado (múltiples dispositivos conectados a uno central o punto de acceso a través de una interfaz radioeléctrica);
- sistema punto-multipunto no centralizado (múltiples dispositivos que se comunican en una pequeña zona cuando conviene).

Algunas veces se utiliza tecnología RLAN para realizar enlaces punto a punto fijos entre edificios de un complejo. Los sistemas punto a punto suelen utilizar antenas direccionales que admiten distancias superiores entre los dispositivos con un ancho de haz estrecho. Se puede así aprovechar la compartición de bandas mediante la reutilización de canales con una interferencia mínima respecto a otros sistemas RF.

Requisitos de espectro de frecuencias

Las RLAN podrían funcionar en espectro sin licencia o exento de licencia y a menudo deben permitir la coexistencia de redes no coordinadas adyacentes a la vez que proporcionan una alta calidad de servicio a los usuarios. Para las RLAN ya se utilizan 83,5 MHz en la banda 2,4 GHz y se han atribuido 455 MHz

adicionales en la banda 5 GHz⁵⁵. En las bandas 5 GHz es obligatorio proteger los servicios primarios. Aunque las técnicas de acceso múltiple pudieran permitir que un canal a una sola frecuencia fuera utilizado por varios nodos, el soporte de muchos usuarios con alta calidad de servicio requiere que suficientes canales estén disponibles para garantizar que el acceso al recurso radioeléctrico no esté limitado por puestas en cola excesiva, etc. Una técnica que logra una compartición flexible del recurso radioeléctrico es la selección dinámica de frecuencias (DFS, *dynamic frequency selection*). (Véase en el Anexo 2 una explicación de esta técnica).

Movilidad

Las RLAN de banda ancha pueden ser pseudofijas, como los ordenadores de mesa que pueden ser transportados de un lugar a otro, o portátiles, como los dispositivos informáticos móviles o de mano que funcionan con baterías y pueden ser transportados de una oficina a otra, por ejemplo. La velocidad relativa entre dispositivos sigue siendo reducida. En las aplicaciones industriales, las RLAN pueden utilizarse para mantener contacto con carros elevadores que llevan velocidades de hasta 20 km/h. Los dispositivos RLAN no se conciben, en general, para utilizarse a velocidades de automóvil o superiores.

Entorno operacional y consideraciones de interfaz

Las RLAN de banda ancha se instalan preferentemente en el interior de edificios, en oficinas, fábricas, almacenes, etc. En el caso de los dispositivos RLAN instalados en el interior de edificios, las emisiones son atenuadas por la estructura.

Las RLAN utilizan niveles de potencia reducidos gracias a las cortas distancias necesarias para el funcionamiento en el interior de edificios, como se estipula en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Los requisitos en cuanto a densidad de potencia espectral se basan en la zona de servicio básica de una RLAN simple definida por un círculo de un radio comprendido entre 10 y 50 m. Cuando se necesitan redes de mayores dimensiones, las RLAN multicelulares pueden encadenarse lógicamente mediante funciones de puente o de encaminamiento para constituir redes más amplias sin aumentar su densidad de potencia espectral compuesta.

Para lograr las zonas de coberturas especificadas anteriormente, se supone que las RLAN requieren una densidad de potencia espectral de cresta de aproximadamente 12,5 mW/MHz en la gama de frecuencias de funcionamiento de 5 GHz. Para la transmisión de datos, algunas normas utilizan una densidad de potencia espectral superior en la inicialización y controlan la potencia de transmisión de acuerdo con la evaluación de la calidad del enlace RF. Esta técnica se llama control de potencia de transmisión (TPC, *transmit power control*). La densidad de potencia espectral requerida es normalmente proporcional al cuadrado de la frecuencia de funcionamiento. A medida que aumenta la escala, la densidad espectral de potencia media será sustancialmente inferior al valor de cresta. Los dispositivos RLAN comparten el espectro de frecuencias sobre una base temporal. La relación de actividad variará dependiendo de la utilización, en función de la aplicación utilizada y de la hora del día.

Compatibilidad con las IMT-2000

Las RLAN pueden ser sinérgicas con las IMT-2000 y otras redes móviles (celulares). Si bien las IMT-2000 ofrecen grandes posibilidades de movilidad y una cobertura de zona extensa rentable, las RLAN permiten una gran capacidad de caudal de datos de alta calidad en determinadas zonas (*hotspots*), y las RLAN de banda ancha permiten actualmente velocidades de datos de hasta 54 Mbit/s⁵⁶.

⁵⁵ «RLANS: UIT-R Developments», presentado en el seminario del GT 8A del UIT-R sobre nuevas tecnologías y servicios, Ginebra, 2 de diciembre de 2003.

⁵⁶ Para más información, véase la Resolución 229 (CMR-03).

Selección dinámica de frecuencias

En la selección dinámica de frecuencias (DFS), todos los recursos radioeléctricos están disponibles en todos los nodos RLAN. Un nodo (habitualmente un nodo controlador o punto de acceso (AP, *access point*)) puede asignar temporalmente un canal, y la selección de un canal adecuado se efectúa sobre la base de la interferencia detectada o de determinados criterios de calidad tales como, por ejemplo, la intensidad de la señal recibida, *C/I*, etc. Para obtener criterios de calidad pertinentes, los terminales móviles y el punto de acceso efectúan mediciones a intervalos periódicos e informan sobre las mismas a la entidad que hace la selección.

La DFS se puede utilizar para garantizar que todos los canales de frecuencia disponibles sean utilizados con igual probabilidad. De este modo se garantiza al máximo la disponibilidad de un canal a nodo cuando está preparado para transmitir y se garantiza también que la energía RF se extienda uniformemente en todos los canales cuando son integrados para un gran número de usuarios. Esto último facilita la compartición con otros servicios que pueden ser sensibles a la interferencia global en cualquier canal determinado, tales como los receptores a bordo de satélites.

La TPC está destinada a reducir el consumo innecesario de potencia del dispositivo, pero ayuda también para la reutilización del espectro reduciendo la gama de interferencia de los nodos RLAN.

Ejemplo de sistema RLAN de gran capacidad

El Communications Research Centre (Canadá) ha elaborado un sistema experimental RLAN de alta capacidad basado en la tecnología DVB-S PHY en el sentido hacia adelante (descendente) y la tecnología 802.11 PHY en el sentido de retorno (ascendente). Funciona en la banda de 5 GHz exenta de licencia y su elevada capacidad se debe a la amplia reutilización de frecuencias resultante de una antena en roseta de estación de base que genera 24 microcélulas (llamadas pétalos) aisladas electromagnéticamente en las cuales cuatro frecuencias se repiten sucesivamente en el plano horizontal. En cada pétalo se puede facilitar a los abonados hasta 22 Mbit/s de ida y 9 Mbit/s de retorno. El sistema utiliza tecnología radioeléctrica cognoscitiva que controla las bandas de funcionamiento de los enlaces de ida y retorno y ajusta automáticamente las asignaciones de frecuencia del sistema y las p.i.r.e. de modo que se reduzca o evite la interferencia causada a otros sistemas próximos que utilizan las mismas frecuencias. El sistema incorpora DFS como parte de su funcionamiento radioeléctrico cognoscitivo. El equipo completo en los locales del cliente (CPE) está compuesto por una antena cuadrada plana de 18 cm de costado y 2,5 cm de profundidad, y contiene toda la electrónica necesaria. Habitualmente, el sistema utiliza redes de retroceso metropolitanas de fibra óptica para transmitir los masivos volúmenes de tráfico inalámbrico que recibe. El radio operacional puede ampliarse a 4,8 km, pero es nominalmente de unos 1 500 m en visibilidad directa y menos en instalaciones con obstáculos, y proporciona servicios TCP/IP tales como vídeo a la carta, VoIP e Internet.

Cuadro 1 – Parámetros técnicos para aplicaciones de RLAN de banda ancha

Estos requisitos responden a la reglamentación nacional y regional

Norma de RLAN	Proyecto IEEE, 802.11a⁽¹⁾	Proyecto IEEE 802.11 .11b .11g		ETSI, BRAN HIPERLAN 1 ETS 300-652	ETSI, BRAN HIPERLAN 2^{(1), (2)}	MMAC HSWA HiSWANa⁽¹⁾
Método de acceso	AMDP/AC	AMDP/AC, AMEE	AMDP/AC	AMDT/EY-NPMA	AMDT/DDT	AMDT/DDT
Modulación	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF 52 subportadoras (véase la Fig. 1)	CCK (dispersión de 8 chips complejos)	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF 52 subportadoras	GMSK/FSK	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-4-MDFO MDP-2-MDFO 52 subportadoras (véase la Fig. 1)	MAQ-64-MDFO MAQ-16-MDFO MDP-4-MDFO MDP-2-MDFO 52 subportadoras (véase la Fig. 1)
Velocidad de datos	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s	1, 2, 5,5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s		23 Mbit/s (HBR) 1,4 Mbit/s (LBR)	6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s	6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s
Banda de frecuencias	5 150-5 250 MHz 5 725-5 825 MHz 5 250-5 350 MHz ⁽³⁾	2 400-2 483,5 MHz		5 150 a 5 300 MHz Limitada en algunos países a 5 150 a 5 250 MHz ⁽³⁾	5 150-5 350 y 5 470-5 725 MHz ⁽³⁾	5 150-5 520 MHz ⁽³⁾
Disposición de canales	Separación de canal de 20 MHz	Separación de canal de 25/30 MHz 3 canales		23,5294 MHz (HBR) 3 canales en 100 MHz y 5 canales en 150 MHz 1,4 MHz (LBR)	Separación de canal de 20 MHz 8 canales en 200 MHz 11 canales en 255 MHz	Separación de canal de 20 MHz 4 canales en 100 MHz

⁽¹⁾ Los parámetros para la capa física son comunes entre la norma IEEE 802.11a-y ETSI BRAN HIPERLAN e HiSWANa.

⁽²⁾ Se prevé utilizar WATM (Wireless ATM) e IP avanzado por el transporte físico ETSI BRAN HIPERLAN 2.

⁽³⁾ En la banda 5 150-5 250 MHz se aplica el número 5.447 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

Parámetros técnicos para aplicaciones de RLAN de banda ancha (*fin*)

Normas 802.11 suplementarias en proceso de validación por parte de organizaciones nacionales y/o regionales⁵⁷

Norma	Descripción
802.11d	Complementa la capa MAC (control de acceso al medio) de 802.11 para tener en cuenta las restricciones reglamentarias que varían en cada país y permite la localización de equipos mediante la selección de la versión del microprograma.
802.11e	Complementa la capa MAC con funciones de gestión de la calidad del servicio. Se aplicará a las distintas capas físicas (802.11a, b y g).
802.11f	Comunicación entre puntos de acceso para garantizar su interfuncionamiento en un entorno de numerosos fabricantes, en especial cuando se trata de la itinerancia.
802.11h	Complemento para que sea conforme con las reglamentaciones europeas relativas a los equipos utilizados en la banda 5 GHz (de amplio uso en las comunicaciones por satélite). Facilita la selección dinámica de canal y el control de la potencia de emisión.
802.11i	Complementa la capa MAC para dar mayor seguridad ofreciendo una alternativa al mecanismo WEP (privacidad equivalente a la inalámbrica). Utiliza 802.1x y utilizará la encriptación AES (norma de encriptación perfeccionada). Se aplicará a 802.11a, b y g.

II.2.2 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha fijos

II.2.2.1 IEEE 802.16 y Matriz ETSI HiperMAN

Las normas IEEE 802.16 y ETSI HiperMAN se refieren al acceso de banda ancha y ofrecen una conexión DSL inalámbrica a usuarios residenciales, SoHo y PYME para aplicaciones fijas y nómadas, principalmente para zonas en las cuales no puede ofrecerse una conexión DSL mediante la instalación de hilos.

IEEE 802.16 e IEEE 802.16a

En 2003 la IEEE publicó la norma 802.16a [2] que es una enmienda de la norma IEEE 802.16 [1], y trata de «Modificaciones del control de acceso al medio y especificaciones de la capa física adicional para 2-11 GHz».

La característica principal de la interfaz inalámbrica IEEE 802.16 es la capa de control de acceso al medio (MAC, *medium-access control layer*), que especifica un mecanismo de control de acceso a las ondas hertzianas. La MAC IEEE 802.16 se basa en acceso múltiple con asignación por demanda en el cual las transmisiones se programan según su prioridad y disponibilidad. Este concepto se debe a la necesidad de soportar un acceso a redes públicas de clase telefónica en el último kilómetro, con pleno soporte QoS. El sistema podría soportar fácilmente datos de tipo Internet genéricos y datos en tiempo real y, en particular, aplicaciones bidireccionales tales como voz, videoconferencia o juegos interactivos.

En la norma 802.16a se definen tres modos de capa física para bandas de 2-11 GHz:

- SCa (portadora única para 2-11 GHz);
- Multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM), basado en 256 puntos FFT; se define una topología en malla adicional para este modo;
- OFDMA, basado en 2K puntos FFT; se utiliza OFDMA en subida/retorno y bajada/ida.

Estos modos no pueden interfuncionar y un sistema compatible sólo puede utilizar uno de ellos.

⁵⁷ Recomendación UIT-R M.1450-2; *Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha* (Cuestiones UIT-R 212/8 y UIT-R 142/9).

Todos los modos tienen las características siguientes:

- Soporte FDD y TDD, incluido semidúplex CPE en modo FDD.
- Eficacia espectral y velocidades de datos elevadas, hasta 72 Mbit/s en un canal de 20 MHz.
- Modulación adaptativa, de 1/2 QPSK a 3/4 64 QAM para modos OFDM y OFDMA, e incluso modulaciones más elevadas para el modo SC.
- Amplia gama de anchos de canal, 1,25 MHz a 28 MHz, los perfiles de interfuncionamiento reales deben definirse en la norma 802.16REVd.
- Gran radio de célula, hasta 50 km en modo P-MP con antenas directrices montadas en exteriores.

Ganchos para sistemas de antena avanzados

- Algoritmos de encriptado TEK de alta seguridad:
 - 3-DES con clave de 128 bits (tipo 1);
 - RSA con clave de 1 024 bits.

Normalización adicional IEEE 802.16

A finales de 2003, 802.16 está elaborando:

- una revisión 802.16REVd para mejorar los modos de capa física (PHY) existentes y definir perfiles de interfuncionamiento;
- una enmienda (P802.16e) para soportar operación móvil, en particular manos libres y ahorro de energía; los sistemas móviles utilizarán los modos PHY mejorados definidos en 802.16REVd; su finalización está prevista en otoño de 2004.

Los futuros sistemas de radiocomunicaciones móviles soportarán altas velocidades de datos, una gran movilidad, gran capacidad y elevada QoS. Como el espectro de frecuencias disponible es limitado, una gran eficacia espectral es el principal reto para los futuros sistemas de radiocomunicaciones móviles. Además, las velocidades binarias y la calidad de funcionamiento deben poderse adaptar a diversos entornos y aplicaciones (zonas metropolitanas, suburbanas y rurales).

ETSI HiperMAN

ETSI BRAN HiperMAN ha producido tres normas, ya aprobadas:

- TS 102 177, que trata de la capa física;
- TS 102 178, que trata de la capa de enlace de datos;
- TS 102 210, en la que se definen perfiles de interfuncionamiento.

ETSI HiperMAN ha llevado a cabo un proceso de selección y mejora de dos años:

- adoptó como base las normas 802.16 y 802.16a; esta selección permite las mismas características descritas anteriormente para sistemas 802.16;
- seleccionó el modo OFDM 256 puntos FFT como solución más rentable para la explotación en condiciones de ausencia de visibilidad directa en banda ancha;
- mejoró el modo OFDM añadiendo subcanalización de subida/retorno (OFDMA), 16 subcanales, utilizando un planteamiento agrupado específico para lograr:
 - 12 dB más de ganancia del sistema de enlace ascendente, debido a la concentración de potencia;
 - velocidad de datos de banda ancha por subcanal, en el margen de la célula (150 kbit/s en 3,5 MHz, a 1/2 QPSK); la velocidad de datos disminuye con el número de subcanales;
 - capacidad máxima y retardo reducido con diversos tipos de tráfico (IP y TDM);
 - funcionamiento robusto, diversidad de frecuencias, buen soporte de sistemas de antena avanzados (AAS, *advanced antenna systems*).

HiperMAN DLC ha adoptado gran parte del modo 802.16 MAC-OFDM. Además, la norma HiperMAN DLC contempla el soporte de subcanalización de enlace ascendente y modos perfeccionados ARQ/solicitud de ancho de banda/atribución de ancho de banda.

Se contempla la posibilidad de que la parte OFDM de IEEE 802.16REVd (2004) se armonice con ETSI HiperMAN.

Normalización adicional de ETSI HiperMAN

La ETSI está elaborando actualmente cuatro nuevas normas para soportar el interfuncionamiento y la gestión del sistema HiperMAN:

- prueba de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 1: PICS;
- prueba de conformidad para la capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 2: Especificación de estructura de serie de pruebas y objetos de prueba (TSS & TP);
- prueba de conformidad de capa de control de enlace de datos (DLC) – Parte 3: Serie de prueba resumida (ATS);
- gestión de red: MIB.

Las pruebas de conformidad son dirigidas por especialistas del ETSI PTCC (*protocol & testing competence center*).

Se ha previsto elaborar perfiles de interfuncionamiento para soportar atribuciones 5,8 GHz.

En el futuro, el ETSI BRAN podría contemplar también aplicaciones móviles.

Ejemplo de instalación

Referencias

- [1] Norma IEEE 802.16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems – 2001.
- [2] Norma IEEE 802.16a: Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz – 2003.
- [3] IEEE L802.16-03/16: IEEE 802.16 Liaison Letter to ITU-R: Appendix
www.ieee802.org/16/liaison/docs/L80216-03_15.pdf
- [4] ETSI TS 102 177 2003-09; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; Physical (PHY) Layer.
- [5] ETSI TS 102 178 2003-08; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; Data Link Control (DLC) Layer.
- [6] ETSI TS 102 210 2003-08; Broadband Radio Access Networks (BRAN); HiperMAN; System Profiles.

II.2.2.2 Acceso en banda ancha de bucle local inalámbrico basado en IMT-2000

El mercado actual de los servicios celulares inalámbricos sigue experimentando un rápido crecimiento. La mayoría de los operadores inician o continúan el proceso de instalación de los sistemas WLL, llamados también sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA), basándose en las tecnologías IMT-2000. Aunque en un principio las tecnologías IMT-2000 están pensadas para suministrar servicios de telecomunicaciones móviles, también aportan alternativas eficaces y rentables a las tecnologías por cable y de banda ancha fijas.

En concreto, la utilización de los sistemas WLL basados en IMT-2000 permite a los operadores reducir sustancialmente las inversiones iniciales necesarias para instalar una red WLL utilizando la mayoría de los componentes de red normalizados que constituyen una red móvil. Esto viene a sumarse a la elevada eficacia y compatibilidad espectral de las tecnologías IMT-2000. El operador tiene la opción de complementar su red móvil actual para suministrar servicios WLL o construir un sistema WLL totalmente nuevo. Para los operadores que prevén ofrecer servicios WLL, los sistemas IMT-2000 resultan una opción ideal, dado su alto grado de recuperación.

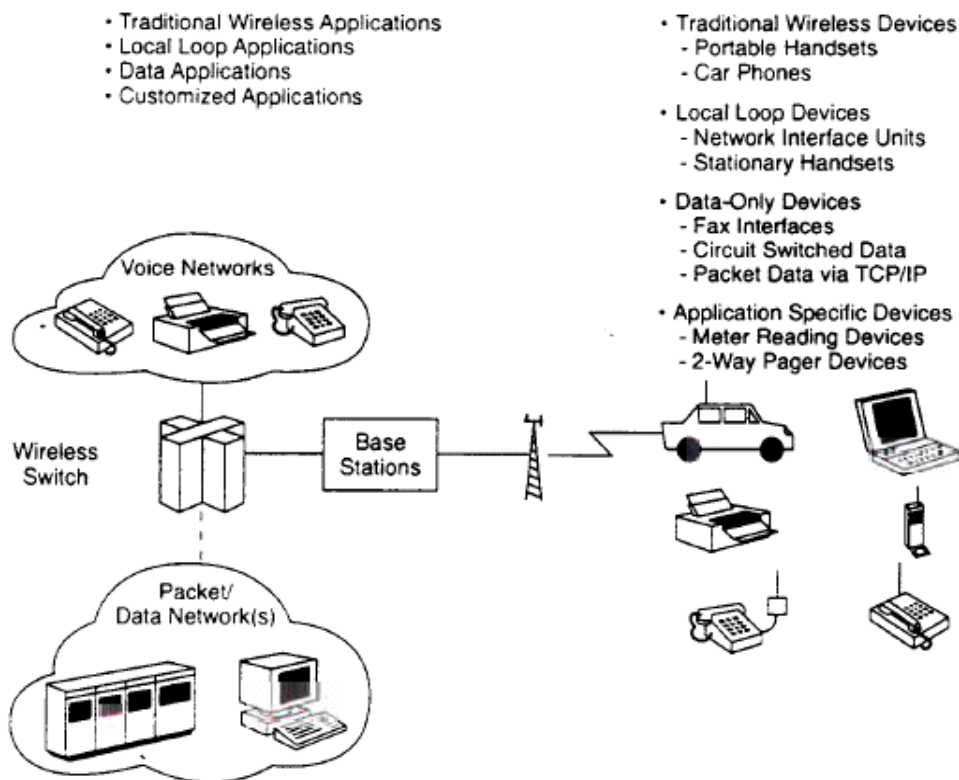
Aunque existen muchas otras tecnologías IMT-2000 y tecnologías ajenas a las IMT-2000 que pueden prestar servicios WLL, esta sección se centra en la adaptabilidad y solidez del CDMA2000 para prestar servicios WLL.

A continuación se presentan las características principales del servicio WLL basado en CDMA2000, además de las que ya figuran en la sección II.2.3.1 del presente Informe:

- Permite una sólida evolución hacia un sistema de red totalmente IP (3G y redes posteriores) utilizando las arquitecturas de dominio de multimedios (MMD) y/o subsistemas multimedios IP (IMS).
- Aporta servicios simultáneos de voz y de datos de alta velocidad. 3 M/bits en DL y 1,8 Mbit/s en UL, utilizando CDMA2000-1X EV-DO.
- Arquitectura centralizada.
 - Aporta importantes beneficios con agrupamiento de codificadores vocales, selección de trama y algoritmos de control de potencia.
- Permite combinar redes de CDMA-1X y portadora 1X-EV.
- Proporciona características de llamada de cliente y tasas de facturación especiales para ciertos grupos de usuarios o usuarios individuales en ubicaciones geográficas predefinidas.
 - Facturación común y atención al cliente.
- La funcionalidad durante la comunicación (OTAF) y las características de soporte lógico permiten una reconfiguración de las redes sencilla y flexible.
- Servicios basados en la ubicación.
 - Planes múltiples de tasas de abonados.
 - Servicios estructurados en niveles.
 - Más ingresos por abonado.
- Proporciona servicios IP basados en la posición y criptación de flujo de paquetes.
- Responde a los requisitos más estrictos en materia de reglamentación debido a la proliferación de servicios.

Aplicaciones de la tecnología de bucle local inalámbrico basadas en CDMA2000:

El sistema WLL basado en CDMA2000 admite muchos tipos de aplicaciones. Los operadores pueden asociarse con los actuales proveedores de servicios radioeléctricos, como proveedores de televisión por cable, compañías eléctricas y/o con proveedores de servicios inalámbricos y ofrecer diferentes aplicaciones. Si bien estas aplicaciones pueden ser admitidas en la misma plataforma de red e informática, será necesaria la utilización de dispositivos de bolsillo especiales. En la figura que aparece a continuación (Figura 3) se muestran diferentes tipos de aplicaciones que pueden proporcionarse utilizando los sistemas WLL basados en CDMA2000. Estos servicios WLL pueden funcionar en todas las bandas en las que opera el sistema CDMA2000, por ejemplo, de 800 MHz, de 1900 MHz, etc.

Figura 3 – Aplicaciones de la tecnología de bucle local inalámbrico que utilizan CDMA2000

Entre las aplicaciones WLL figuran elementos de una infraestructura de movilidad así como otros elementos complementarios:

- Equipo de abonado fijo (teléfonos móviles o equipo en las instalaciones del cliente (CPE)) – Un grupo de vendedores de teléfonos móviles está fabricando unidades de abonado WLL compatibles con la infraestructura CDMA2000. Entre las opciones de equipo inalámbrico fijo actuales se incluye un teléfono móvil tradicional, una unidad inalámbrica de escritorio completamente integrada, una interfaz de red inalámbrica, teléfonos de previo pago inalámbricos, estaciones de base unipersonales, etc. Los vendedores de teléfonos móviles tienen previsto incluir características adicionales a las unidades de abonado para mejorar la experiencia del usuario.
- Prestación de transparencia – Para que un dispositivo WLL tenga aceptación, la unidad debe parecerse a los teléfonos tradicionales y ofrecer servicios y características que resulten transparentes para el usuario final. Entre las características figuran las siguientes:
 - prestación de transparencia en el hogar o en la empresa;
 - aspecto y percepción consistente (tono de llamada);
 - reenvíos de llamada;
 - llamada tripartita;
 - restricción de la línea llamante;
 - llamada en espera y transferencia de llamada;
 - transparencia operacional;
 - prestación de código;
 - planes y convenciones de marcación;
 - planes de marcación privados;

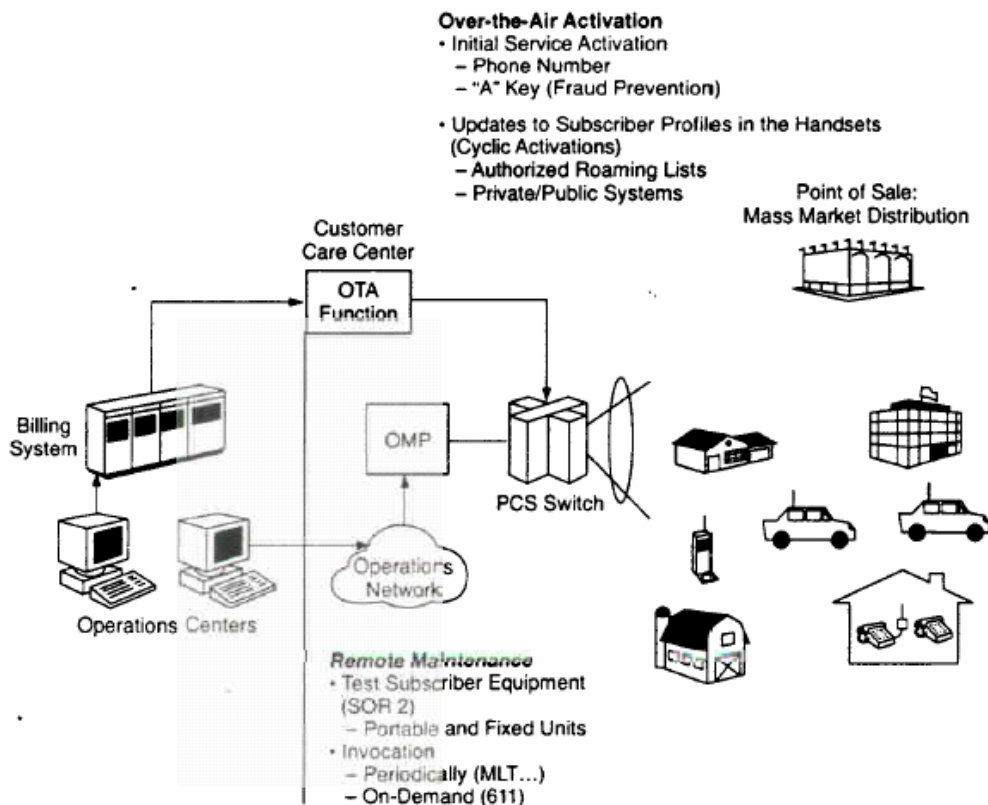
- transparencia de la puesta en servicio;
 - mensajería vocal/centros de mensajes;
 - nodos de servicio;
 - puntos de control del servicio.

En el futuro se tiene previsto incorporar prestaciones adicionales a los dispositivos WLL.

- **Habilitación de servicios** – Una de las principales características relativas a la prestación de servicios fijo y móvil es la capacidad de la red para distinguir entre usuarios del servicio fijo y del móvil en lo que respecta a la facturación. El CDMA2000 proporciona eficazmente esta capacidad. La red privada CDMA y la prestación de zonas de usuarios posibilitan la división de las redes públicas. Mediante la utilización de los identificadores de red, los proveedores de servicio pueden distinguir entre las diferentes clases de servicio y facturar la utilización a sus usuarios de manera diferenciada a partir del mismo equipo y ubicación físicos. Esto permite la existencia de zonas de facturación personal con la capacidad mejorada de la red para avisar al usuario, por medio de un indicador (banner), mediante el dispositivo que designa la(s) tasa(s) o zona(s) de facturación cuando el usuario se desplaza de una región a otra. Por otra parte, la red proporciona acceso restringido que prohíbe el origen, la terminación y la transferencia de una llamada fuera de una zona predefinida.

Otra de las características principales de la red es la prestación de servicios comunes de facturación y atención al cliente con el fin de facilitar la utilización cotidiana del operador WLL. En la Figura 4 que aparece a continuación se muestra la convergencia de los centros de atención y facturación al cliente en un sistema WLL basado en CDMA2000.

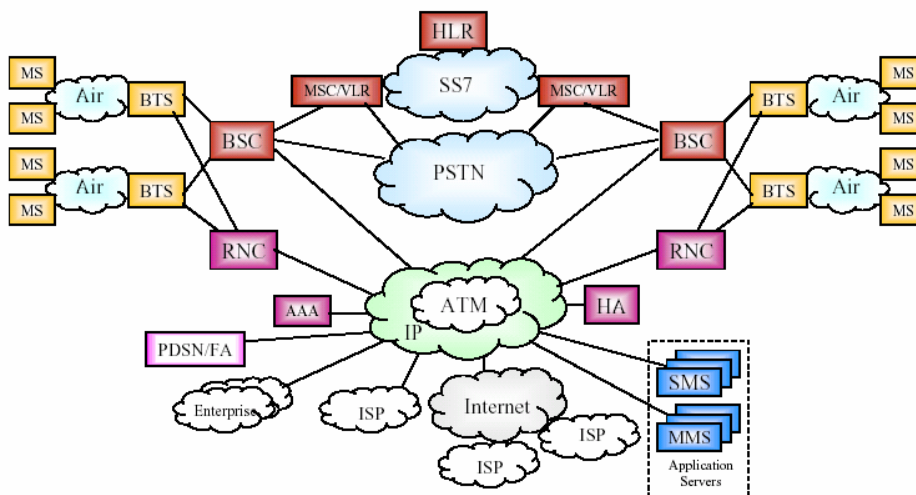
Figura 4 – Centro conjunto de atención al cliente y facturación de un sistema WLL basado en CDMA2000



Arquitectura de sistema

La arquitectura de sistema típica con red de acceso radioeléctrico (RAN) y la red medular IP⁵⁸ de un sistema WLL CDMA2000-1X / CDMA2000-1X-EV-DO presenta el aspecto siguiente:

Figura 5 – Red medular IP típica de sistemas WLL basados en CDMA2000



El sistema WLL basado en CDMA2000 utiliza un enfoque de arquitectura distribuida formado por una estación de base (BS), un controlador de estación de base (BSC), un agente propio (HA), una autenticación, autorización y contabilidad (AAA) y otras interfaces asociadas. Esta arquitectura es la misma que se utiliza para prestar servicios de movilidad que permiten la integración de aplicaciones de servicios fijos a la infraestructura existente. Esta estrategia de integración protege la inversión en infraestructura del proveedor, los usuarios finales y los servicios. A continuación se describen los elementos de la red medular:

- El sistema transceptor de base (BTS) es una entidad que proporciona capacidad de transmisión a través de la interfaz radioeléctrica.
- El controlador de estación de base (BSC) es una entidad que proporciona control y gestión para uno o más BTS.
- El nodo servidor de datos por paquetes (PDSN) proporciona la red de acceso radioeléctrico (RAN) con acceso a la red medular IP.
- La autenticación, autorización y contabilidad (AAA) proporciona funciones de autenticación, autorización y contabilidad basadas en IP. La AAA mantiene además asociaciones de seguridad con entidades AAA pares.
- El agente propio (HA) proporciona dos funciones principales: el HA registra el punto de conexión actual del usuario (por ejemplo la dirección IP actual que debe utilizarse para transmitir y recibir paquetes IP) y reenvía paquetes IP hacia y desde el punto actual de conexión del usuario.
- El registro de posiciones propio (HLR) almacena la información del abonado.
- RAN CDMA2000 proporciona interconexión al RTPC mediante la interfaz del sistema de señalización N.º 7 (SS7).

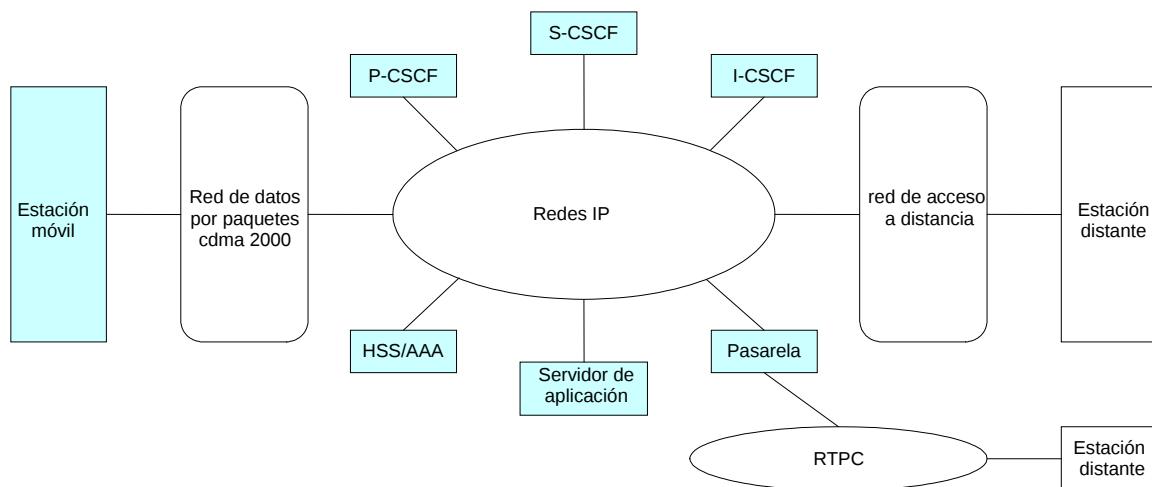
⁵⁸ Para obtener información más detallada sobre la red medular IP de los sistemas CDMA2000, véanse las normas TIA/EIA/IS-CDMA2000.

La capacidad de adaptar una red a otra red íntegramente IP, denominada a veces sistema posterior al sistema de tercera generación o redes de próxima generación (RPG), constituye la ventaja más importante para los operadores que utilizan CDMA2000 como un servicio WLL. Entre los beneficios que proporciona una red modular IP figuran los siguientes:

- servicios vocal y de datos mejorado;
 - VoIP;
 - transferencia de datos a alta velocidad;
 - acceso a Internet;
- facilidad de introducción del servicio;
- protocolos y servicios normalizados;
- itinerancia e interfuncionamiento de tecnología cruzada.

Los operadores pueden diseñar una evolución de su red actual mediante la arquitectura del dominio multimédios (MMD)⁵⁹. La transición es ininterrumpida y eficaz con una perturbación mínima para los servicios existentes. En el gráfico que aparece a continuación se presenta un ejemplo típico de una red CDMA2000 que utiliza la arquitectura MMD.

Figura 6 – Visión general de la arquitectura de MMD



Las entidades funcionales MMD son:

- AAA – Ampliación del HLR a fin de incluir datos del usuario para los subsistemas multimédios IP.
 - Acceso desde la función de control de sesión de llamada (CSCF). Utiliza protocolos IETF (DIAMETER).

⁵⁹ Para obtener una descripción completa de la arquitectura y funcionalidad del MMD, véanse las normas CDMA2000 correspondientes.

- Función de control de sesión de llamada (CSCF) – Proporciona funciones de control de llamada.
 - CSCF intermediaria o proxy.
 - Servidor apoderado SIP para el móvil, actúa en nombre de la Unión Europea dentro del IMS.
 - Envío de mensajes entre servidores móviles y otros servidores SIP.
 - CSCF servidora.
 - Registrador SIP con la colaboración de AAA (servidor de ubicación).
 - Máquina de estados de la llamada de control de sesión para el punto extremo registrado.
 - Interacción con plataformas de servicio para control del servicio que proporciona activadores de servicio.
 - CSCF interrogadora.
 - punto de entrada desde otras redes.
 - asigna o determina la S-CSCF.
 - puede ocultar topología de red.

II.2.3 Sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha móviles

II.2.3.1 Matriz IMT-2000

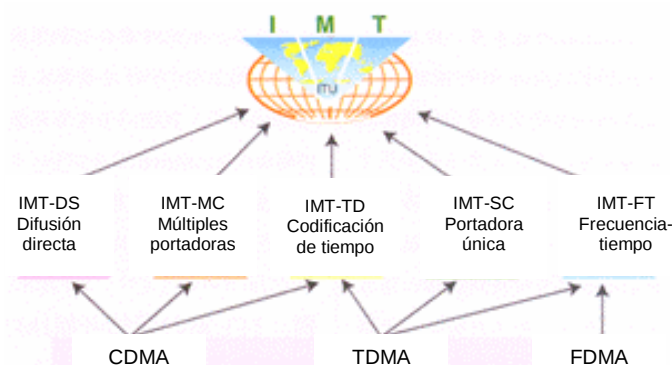
Las soluciones inalámbricas de tercera generación (3G) constituyen una posibilidad de acceso de banda ancha relativamente nueva e innovadora que conviene examinar para sustituir otras tecnologías, como la fibra, la línea de abonado digital (xDSL) o el cable. La expresión IMT-2000 (Telecomunicaciones móviles internacionales) es empleada por la UIT para referirse a un conjunto de normas mundiales armonizadas destinadas a los servicios y equipos de telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G). Las IMT-2000 prevén una plataforma para la distribución conjunta de servicios fijos, móviles, de voz, de datos, Internet y multimedia. Es posible que las IMT-2000 ofrezcan mayores velocidades de transmisión «de banda ancha», comprendidas entre 144 kbit/s, 500 kbit/s y 2 Mbit/s respectivamente para aplicaciones fijas, portátiles y móviles. Las IMT-2000 abarcan un conjunto flexible de cinco interfaces radioeléctricas terrenales que ofrecen servicios vocales de gran capacidad y velocidades de datos más altas. El objetivo de las IMT-2000 es ofrecer servicios transparentes, a través de diversos medios (móvil, por satélite y fijo), lo que hace que esta plataforma sea apropiada desde el punto de vista del operador y del consumidor. Este conjunto de tecnologías tiene como objetivo satisfacer las necesidades de un mercado liberalizado más pequeño y sujeto a la competencia en la era de la información, y se espera que llegue a ser parte integral del crecimiento económico general tanto para los países desarrollados como para los países en desarrollo.

Las características más sobresalientes de las IMT-2000 son⁶⁰:

- alto grado de uniformidad de concepción en todo el mundo;
- compatibilidad de servicios en los sistemas IMT-2000 y con las redes fijas;
- excelente calidad;
- terminal pequeño que se puede utilizar en todo el mundo;
- capacidad de itinerancia mundial;
- datos a alta velocidad;
- capacidad para aplicaciones multimedia dentro de una amplia gama de servicios y terminales.

Las IMT-2000, fruto de la colaboración de muchas entidades dentro de la UIT (UIT-R y UIT-T) y fuera de ella (3GPP, 3GPP2 y otras), incluyen diversas tecnologías simplificadas por la UIT y denominadas IMT-DS, IMT-MC, IMT-TD, IMT-SC e IMT-FT. En la Figura 7 siguiente se muestra un diagrama de las cinco normas de especificación de interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000.

⁶⁰ Definición de las IMT-2000 aportada por la UIT.

Figura 7 – Normas de interfaces radioeléctricas terrenales de las IMT-2000

Las tecnologías IMT-2000 se basan en el principio CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) que utiliza la tecnología de espectro ensanchado para dividir las conversaciones en segmentos pequeños, digitalizados y codificados con el fin de identificar cada llamada. De este modo, una gran cantidad de usuarios pueden compartir la misma banda del espectro y aumentar de manera considerable la capacidad del sistema. En otras palabras, el CDMA permite a los proveedores de servicios inalámbricos insertar más señales digitales en un determinado sector de la red radioeléctrica.

Entre los nombres genéricos de las tecnologías IMT-2000 figuran los siguientes: CDMA2000, WCDMA, y TD-SCDMA, cuyas especificaciones se definen en varias Recomendaciones de la UIT, en especial en la Recomendación UIT-R M.1457 y en las Recomendaciones UIT-T de la serie Q.174x, donde se describen, respectivamente, las interfaces radioeléctricas y las redes básicas de las IMT-2000.

En la actualidad, las tecnologías comerciales de las IMT-2000 alcanzan velocidades máximas de datos de 2 Mbit/s mientras que las versiones futuras de las IMT-2000 alcanzarán velocidades de datos de 3,1 Mbit/s y superiores. La alta velocidad que se alcanza con las tecnologías IMT-2000 hace posibles varias aplicaciones que aportan ventajas considerables a las sociedades rurales. Entre algunas de estas aplicaciones tenemos la ciber salud, el comercio electrónico, el gobierno electrónico, la localización de posiciones y la asistencia en casos de emergencia. Por otra parte, las tecnologías IMT-2000 utilizadas en las bandas de frecuencia más bajas proporcionan importantes mejoras de cobertura a las zonas rurales.

Desde 2000, más de 50 países (más de la mitad de ellos países en desarrollo) han comenzado a instalar tecnologías IMT-2000⁶¹, permitiendo en muchos casos a los operadores adaptar sus actuales redes utilizando las frecuencias de las redes móviles existentes. Varios países han adjudicado bajo licencia frecuencias suplementarias para redes IMT-2000 terrenales. Las tecnologías CDMA2000 y WCDMA han sido las principales tecnologías utilizadas para el lanzamiento comercial de las IMT-2000. Los consumidores utilizan las IMT-2000 como soporte de la banda ancha en sistemas fijos, portátiles y/o móviles.

Por otra parte, las tecnologías IMT-2000 proporcionan servicios de banda ancha eficaces. Creadas en un principio para ofrecer a los usuarios servicios de voz y de datos de baja a media velocidad, estas tecnologías proporcionan actualmente velocidades de datos de hasta 2 Mbit/s y una excelente calidad vocal. Al utilizar un sistema IMT-2000 comercial para prestar servicios de banda ancha, el operador puede beneficiarse de los

⁶¹ www.3gtoday.com/operators_flash.html

importantes avances que han tenido lugar en el mercado de las tecnologías IMT-2000 comerciales, entre los que figuran servicios de datos de banda ancha mejorados, mejoras del rendimiento espectral (antenas adaptativas, modulación avanzada y técnicas de codificación), mayor seguridad de la red, así como otras características relativas a las tecnologías; todas estas prestaciones tendrán una función principal en el enriquecimiento de la experiencia de los usuarios del servicio de banda ancha. Por otra parte, el empleo de las tecnologías IMT-2000 permitirá a los operadores aprovechar importantes economías de escala que reducirán los gastos de capital y gastos de explotación asociados a la red.

La ampliación a las tecnologías IMT-2000 con arreglo y en apoyo a la norma, permitirán satisfacer las necesidades de los futuros usuarios de banda ancha, a medida que surjan nuevas demandas y aplicaciones. Así, las redes modulares IP con conmutación de paquetes que emplean las tecnologías IMT-2000 proporcionan una plataforma abierta y eficaz para añadir nuevas características y tecnologías que soportan aplicaciones de banda ancha. Todo ello facilitará en un futuro la distribución de contenido multimedia y de banda ancha a los usuarios, a medida que aumente la demanda de velocidad de datos de banda ancha.

Las tecnologías IMT-2000 disfrutan de una posición principal entre el resto de las tecnologías de banda ancha ya que no sólo proporcionan servicios de banda ancha para la telefonía fija o portátil sino que también proporcionan estos servicios en un entorno móvil. Las características más sobresalientes de las IMT-2000, tales como la movilidad, la capacidad de superponer redes, el alto grado de uniformidad de concepción, los terminales pequeños, la capacidad de itinerancia mundial y otros, permiten la prestación de servicios de banda ancha a los usuarios cuando éstos se desplazan de un lugar (fijo o móvil) a otro. Por otra parte, hoy en día las tecnologías IMT-2000 proporcionan servicios de datos de banda ancha seguros y fiables que superan con mucho a las capacidades del servicio de datos de los actuales servicios radioterrestres móviles y de algunas tecnologías de acceso inalámbrico fijo.

Es importante señalar que distintas tecnologías, tales como la RLAN, los sistemas de conectividad de corto alcance y las IMT-2000, pueden estar incorporadas en un mismo dispositivo que funciona a través de varias redes en un momento determinado. Por ejemplo, un asistente digital personal puede contener numerosas interfaces radioeléctricas que le permiten comunicarse con un terminal portátil (dominio de la zona personal), una RLAN privada o pública (dominio de la zona inmediata) o un proveedor de servicios en una zona extensa, por ejemplo una red móvil (celular) (dominio de la zona extensa).

II.2.3.1.1 Componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000

Los componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000 suelen completarse el uno al otro proporcionando una cobertura de servicio en zonas en las cuales el uno o el otro pueden no resultar económicamente rentables. Cada componente tiene ventajas e inconvenientes. El componente de satélite puede dar cobertura en zonas que podrían quedar fuera del alcance económico del componente terrenal, particularmente en las zonas rurales y apartadas y especialmente para los países en desarrollo. Además, al proporcionar esta cobertura complementaria, en algunas zonas más densamente pobladas el componente de satélite puede preceder e incluso fomentar una cobertura posterior por el componente terrenal. Los sistemas de satélite también pueden completar las redes móviles terrenales con una cobertura de multidifusión. Es posible, por lo tanto, que la evolución siga dos caminos: uno que consiste en aumentar la componente terrenal IMT-2000 y el otro que es el precursor de la componente terrenal IMT-2000.

En la familia IMT-2000 están definidos actualmente seis sistemas de satélite, a través de sus interfaces radioeléctricas (véanse las Recomendaciones UIT-R M.1455-2 y UIT-R M.1457-3) y se supone que todos pueden funcionar independientemente unos de otros. El objetivo de todos ellos es dar cobertura a zonas de servicio regionales, multirregionales o mundiales y, por lo tanto, puede haber varios sistemas de satélite capaces de proporcionar servicio en cualquier país.

Existen numerosas posibilidades de evolución y el UIT-R está estudiando los puntos siguientes en particular:

- Efecto de la gran evolución prevista de la infraestructura IMT-2000 de componentes terrenales sobre la instalación y evolución de sistemas de satélite móviles IMT-2000.
- Inicialmente es más probable que haya elementos comunes entre los niveles de red que entre los otros niveles. ¿A qué nivel se considerará un sistema como IMT-2000?
- El impacto y los aspectos prácticos de los terminales de usuario en modo dual capaces de funcionar en varios sistemas que proporcionan servicios de voz y de datos, sea cual sea la red móvil utilizada (satélite o terrenal).
- El UIT-R está estudiando el uso de satélites para la prestación de servicios de Internet en zonas rurales y zonas escasamente pobladas, etc., en respuesta al punto 1.19 del orden del día correspondiente a la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones prevista para 2007.

II.2.3.1.2 Mejoras del servicio IMT-2000

Se espera que las normas, las tecnologías y los servicios IMT-2000 sigan evolucionando. A continuación se dan varios ejemplos de ese tipo de mejoras que se están estudiando actualmente.

Ya se está contemplando la evolución futura de las UMTS. La tecnología de acceso radioeléctrico UMTS se mejorará para admitir acceso de alta velocidad por paquetes en los enlaces descendente y ascendente para la transmisión a velocidades de hasta 14,2 Mbit/s. Del mismo modo que EDGE aumenta la eficacia del espectro en comparación con GPRS, HSDPA aumenta la eficacia del espectro en comparación con las IMT-2000 CDMA de ensanchamiento directo. La mayor eficacia de espectro y las velocidades superiores no sólo permiten nuevas clases de aplicaciones, también admiten que un mayor número de usuarios acceda a la red, y la HSDPA ofrece más de dos veces la capacidad. Habrá otras tecnologías complementarias que permitirán proporcionar velocidades de datos realmente elevadas y grandes densidades de usuarios, tales como las que se encontrarán en centros de conferencias, por ejemplo las redes de área local inalámbricas (WLAN), que pueden completar las IMT-2000 en el futuro, y ofrecen velocidades binarias teóricas de hasta 54 Mbit/s. Aunque también pueden instalarse redes WLAN públicas independientemente de las redes móviles, éstas tienen ventajas para los operadores móviles, en el sentido de que tienen capacidad para gestión de movilidad, gestión de abonados, alta seguridad e itinerancia.

Otra mejora es el subsistema multimedia IP (IMS). Permite ofrecer servicios de persona a persona en tiempo real, tales como telefonía de voz o de vídeo, por medio de una tecnología con conmutación de paquetes en común con servicios de información y de datos, mediante la utilización de control de llamada multimedia IP. Permite la integración e interacción de servicios de comunicaciones y de información, así como el establecimiento de sesiones de comunicaciones simultáneas entre varios usuarios y dispositivos.

Se están contemplando asimismo evoluciones adicionales de la tecnología CDMA2000. Por ejemplo, si se incluyesen nuevos codificadores en modo seleccionable (SMV, *selectable mode vocoders*) y técnicas de diversidad de antena, un sistema CDMA2000 1X podría proporcionar una capacidad vocal aproximadamente tres veces superior a la de los sistemas IS-95⁶².

CDMA2000 1xEV-DO es un perfeccionamiento de la tecnología CDMA2000 que se ha optimizado esencialmente para ofrecer servicios de datos y permite la transmisión de datos a velocidades más elevadas. La interfaz inalámbrica CDMA2000 1xEV-DO está concebida para ofrecer un interfuncionamiento completo

⁶² «SMV Capacity Increases», Andy Dejaco, Qualcomm Inc., CDG-C11-2000-1016010, 16 de octubre de 2000.

con redes CDMA2000 1X y proporciona una velocidad de datos máxima de hasta 3,1 Mbit/s en el enlace hacia adelante y de 1,8 Mbit/s en el enlace hacia atrás con un ancho de banda de la portadora de 1,25 MHz. Además, CDMA2000 1xEV-DO proporciona actualmente multidistribución/difusión (punto a multipunto) y transmisión punto a punto de voz, datos y contenido multimedia y ofrece a los operadores la posibilidad económica de suministrar numerosos servicios de datos IMT-2000 a precios asequibles. Los sistemas 1xEV-DO ya comercializados⁶³ recogen numerosas características avanzadas del diseño de sistemas de comunicación inalámbricos. La elevada capacidad de datos de la tecnología 1xEV-DO se explica por la incorporación de sistemas de modulación de orden superior, tales como 16-QAM, adaptación de enlace dinámica, modulación adaptativa, redundancia incremental, diversidad multiusuarios, diversidad de recepción, codificación turbo y otros mecanismos de control de canal⁶⁴.

La tecnología CDMA2000 1xEV-DV es un perfeccionamiento de los sistemas multiportadora CDMA IMT-2000, pues combina las características de los sistemas CDMA2000 1X y CDMA2000 1xEV-DO. Así pues, ofrece la posibilidad de optar por la capacidad de voz más elevada de los sistemas CDMA2000 1X o la mayor capacidad de datos de los sistemas CDMA2000 1xEV-DO, o incluso una combinación equilibrada de alta capacidad de voz y datos en una sola portadora de 1,25 MHz.

Igual que el subsistema multimedia IP (IMS) de ensanchamiento directo IMT-2000 permite ofrecer servicios de persona a persona en tiempo real, tales como la telefonía de voz o de vídeo, por medio de una tecnología con conmutación de paquetes, el dominio de multimedia (MMD) en IMT-2000 multiportadora permite la distribución a los usuarios de una serie de aplicaciones con un elevado coeficiente de datos y multimedia, tales como VoIP, punto a punto y multidistribución de imágenes, voz, contenido musical y otros, utilizando una red medular IP común con conmutación de paquetes. Todo ello aporta importantes beneficios y capacidades a los operadores que quieren ofrecer una combinación de aplicaciones y servicios utilizando la misma plataforma de radiocomunicaciones para varios usuarios y dispositivos.

El Grupo de Trabajo del UIT-D sobre la Cuestión 18/2 ha preparado una serie completa de directrices sobre la transición de los sistemas existentes a los IMT-2000. Este Informe figura en el sitio web de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D.

II.2.3.2 IEEE 802.16 – Modo 2k OFDMA – Matriz de Extensión móvil

Se trata de una extensión OFDMA de ETSI EN-301958 (DVB-RCT, DVB-T que se utiliza ampliamente en todo el mundo) por medio de 2K FFT. El modo 2k OFDMA soporta una explotación fija y móvil conforme a la norma 802.16REVd, aún no reconocida en ninguna Recomendación del UIT-R.

OFDMA combina sistemas de acceso FDMA y TDMA con concepto de espectro ensanchado. OFDMA divide los recursos de ancho de banda entre los usuarios mediante la asignación de múltiples subcanales y múltiples intervalos de tiempo por usuario. Las subportadoras están distribuidas pseudoaleatoriamente en todo el espectro para lograr la diversidad de frecuencias.

El 2k OFDMA tiene las características más recientes necesarias para futuros sistemas BWA IP móviles:

- elevado número de subcanales – 80 (factor de ganancia de tratamiento de 19 dB);
- tara reducida – máximo 15%;
- FFT de grandes dimensiones – gran selectividad de frecuencias, soporta el despliegue de largos tiempos de propagación; para el funcionamiento con grandes células y baja frecuencia, gran capacidad de ancho de banda (2,5-28 MHz) y caudal muy elevado (cresta de 4 bit/(s*Hz));

⁶³ Al 1 de mayo de 2003 había operadores en 3 continentes, por ejemplo: SK Telecom (República de Corea), KTF (República de Corea), Monet Mobile (Estados Unidos), Giro (Brasil). Fuente: www.3gtoday.com

⁶⁴ «CDMA/HDR: a bandwidth efficient high speed wireless data service for nomadic users», (un servicio de datos inalámbrico de alta velocidad y ancho de banda eficaz para usuarios nómadas), Bender, P., Black, P., Grob, M., Padovani, R., Sindhushyana, N., Viterbi, S., Communications Magazine, IEEE, Volume: 38, Issue: 7, julio de 2000, páginas 70 a 77.

- soporta nuevos sistemas de antena como MIMO, STC, AAS (sistema de antena adaptativo) y diversidad de antena MRC regular;
- tramas cortas para pequeños retardos de ida y vuelta y todos los niveles de movilidad de la UIT (incluidos 250 km);
- sistemas de codificación adaptativos eficaces (sistemas Turbo).
- sistemas ARQ de retardo corto;
- modulaciones y velocidades de codificación adaptativas (QPSK, 16QAM, 64QAM y $5/6$, $3/4$, $2/3$, $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$, $1/8$, $1/12$) que permite extender la gama y funciona con SNR negativa (-5 dB);
- soporte de QoS (varios niveles) que aprovecha la pequeña granularidad de los subcanales (6 bytes);
- control adaptativo de subcanal;
- transformada discreta de Fourier (FFT) para cubrir agujeros;
- modo de potencia seguro muy eficaz;
- APC hacia adelante y hacia atrás;
- traspaso sumamente eficaz que comprende IP móvil;
- capacidades de traspaso gradual (SHO) en el nivel PHY (diversidad macro);
- traspaso suave por encima de la capa 2 (sin pérdida de paquetes);
- red de frecuencia única para información de radiodifusión en toda la red, como vídeo/audio;
- difusión para convergencia de red de radiodifusión y telecomunicaciones y aplicaciones.

Rendimiento del sistema

En la reutilización 1 (todos los sectores y células utilizan la misma frecuencia) la capacidad es 0,7-1,1 bit/(sólo/Hz)/sector utilizando la solución SISO o MIMO de bucle abierto. Con 6 sectores la capacidad puede ascender a 6 bit/(sólo/Hz)/célula y en 24 sectores más agresivos la capacidad prevista es ~ 18 bit/(sólo/Hz)/célula. Este rendimiento puede obtenerse en condiciones superiores a 95% de cobertura, incluidas condiciones B vehiculares del UIT-R, log-normal 10 dB y desvanecimiento de Rayleigh.

El tamaño de las células es similar al de los sistemas celulares actuales (en distintos casos y potencias de transmisión, pero con velocidades de datos superiores) con dimensiones pequeñas y grandes para zonas urbanas, suburbanas y rurales, incluidos en interiores y exteriores. El 2k OFDMA soporta todos los demás requisitos de sistema-seguridad y modo IP. Si se utiliza una antena direccional fija en el lado de usuario, la distancia puede alcanzar 50 km y la capacidad del sistema puede cuadruplicarse.

II.2.3.3 Acceso múltiple de división espacial de gran capacidad (HC-SDMA), tecnología de interfaz radioeléctrica y matriz de sistema inalámbrico de banda ancha iBurst™

II.2.3.3.1 Descripción general de HC-SDMA

El HC-SDMA es una nueva norma ANSI creada por la Alliance of Telecommunications Industry Solutions (ATIS), antiguamente denominada Comisión T1, conforme a los requisitos de acceso a Internet inalámbrico en banda ancha (WWINA) e incorporado al sistema inalámbrico de banda ancha iBurst, cuya instalación ya ha sido llevada a cabo en varios continentes. Basada en una tecnología de rentabilidad comprobada, la norma HC-SDMA especifica la interfaz radioeléctrica para el sistema iBurst de banda ancha móvil de área extensa que ofrece una combinación de elevada velocidad, amplio alcance y elevada capacidad de estación base. iBurst es una solución IP pura de extremo a extremo y basada en normas para datos inalámbricos y de voz,

cuyos equipos pueden obtenerse en los principales fabricantes. Los dispositivos de usuario actuales comprenden tarjetas PCMCIA destinadas a ordenadores portátiles, agendas digitales personales (PDA) y unidades de escritorio para el hogar y pequeñas empresas. Encaminadores y puntos de acceso que se pueden adquirir en el comercio se conectan directamente con la unidad de escritorio. La solución iBurst ofrece actualmente velocidades de datos por usuario superiores a 1 Mbit/s. Las estaciones de base iBurst, que funcionan en espectro no emparejado, ofrecen un caudal neto utilizable de 20 Mbit/s en 5 MHz y 40 Mbit/s en 10 MHz. El sistema iBurst se comercializa en Australia y Sudáfrica, y se han realizado instalaciones de prueba en América, Asia, Europa y África.

La norma HC-SDMA aprovecha las tecnologías del sistema dúplex por división en el tiempo (TTD) y de la antena adaptativa (AA) junto con las características más recientes de los algoritmos de procesamiento espaciales, lo que da lugar a uno de los sistemas de telecomunicaciones móviles de mayor eficacia espectral en el mundo que presta un servicio de banda ancha móvil implantado en apenas una banda de 5 MHz (no emparejada) de espectro con licencia para servicios móviles. El sistema iBurst está concebido para funcionar en un espectro con licencia por debajo de 3 GHz a fin de ofrecer plena movilidad y una amplia zona de cobertura, que es la más adecuada para las aplicaciones móviles. Dado que se basa en tecnología TDD y no precisa bandas emparejadas simétricas separadas por un espacio entre bandas o un espaciamiento entre duplexores apropiado, iBurst puede reconfigurarse fácilmente para distintas bandas de frecuencias.

II.2.3.3.2 Descripción de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA

Las principales características de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA son las siguientes:

- TDD/TDMA, separación entre canales de 625 kHz;
- velocidades de datos máximas por usuario de hasta 16 Mbit/s en sentido descendente, 5,5 Mbit/s ascendente⁶⁵;
- eficacia espectral de 4 bit/s/Hz/célula (20 Mbit/s en 5 MHz);
- asimetría del caudal descendente/ascendente 3:1;
- modelación estructurada en niveles y codificación de canal para una adaptación de calidad del enlace;
- corrección de errores en recepción (FEC) y petición automática de repetición (ARQ) para un enlace sin error en el marco de la zona de cobertura;
- banda ancha a petición, asignación de recursos dinámicos;
- procesamiento espacial de antena adaptativa para una calidad mejorada de la señal, gestión de recursos y resolución de colisiones;
- soporte de movilidad (traspaso);
- soporte de calidad del servicio (QoS) con incorporación de interfaz inalámbrica.

Traspaso de interfaz inalámbrica

El traspaso de una sesión IP de extremo a extremo resulta del traspaso, en una red radioeléctrica, de una célula a otra mediante el reencaminamiento de la sesión IP del usuario final de acuerdo con la nueva célula. Uno de los tipos de portadora que soporta la interfaz inalámbrica HC-SDMA son datos IP encapsulados mediante protocolo punto a punto (PPP) entre un proveedor de servicios IP y un dispositivo del usuario final, por ejemplo un ordenador portátil. El PPP (cf. IETF RFC 1661, *et al*) es un protocolo de tunelización de tara baja – uno o dos bytes por paquete IP – con las ventajas de una disponibilidad casi universal sobre los

⁶⁵ Las velocidades máximas se logran por medio de la agregación de portadoras. Las tarjetas PCMCIA y los modelos de escritorio disponibles actualmente admiten una portadora única correspondiente a una velocidad máxima por usuario de 1 Mbit/s en sentido descendente, 345 kbit/s en sentido ascendente. Se espera que los módems que agrupan portadoras estén disponibles a finales de 2005.

dispositivos IP, combinado con una instalación universal del equipo para la terminación, abastecimiento, facturación, clasificación, etc., del PPP en las redes del proveedor de servicios. Por otra parte, el PPP presenta la ventaja de separar sesiones IP en la red de transporte, por lo que permite espacios de dirección superpuestos tal como los usan las RPV de las empresas. Un tipo de traspaso que actualmente soporta la interfaz inalámbrica es el modelo IP simple y liviano utilizado por el 3GPP2 (cf. 3GPP2 P.S0001-B, «Norma de red IP inalámbrica») para micromovilidad, complementado si es necesario por IP móviles (cf. IETF RFC 2002, *et al*), por ejemplo en los casos de traspaso a redes de acceso diferentes tales como 802.11.

El esquema de traspaso denominado «construir antes de romper» de la interfaz inalámbrica HC-SDMA está centrado en el terminal de usuario (UT). Cada UT controla los canales de radiodifusión desde estaciones de base (BS) cercanas y clasifica a los candidatos basándose en la potencia de la señal y otros factores. Un terminal de usuario puede llevar a cabo esas mediciones así como registrarse con una nueva estación de base candidata, al tiempo que intercambia datos con su estación de base actual. El traspaso de los datos de usuario de acuerdo al esquema indicado se efectúa dirigiendo una vez más los datos TCH a la nueva estación de base tras haberse llevado a cabo con éxito el registro.

Tecnología de antena adaptativa (AA)

La característica principal de la norma HC-SDMA es la tecnología de antena adaptativa (procesamiento espacial) que hace extraordinariamente más eficaz el uso del espectro de frecuencias radioeléctricas, lo que da lugar a una mejora excepcional en lo que respecta a la capacidad, cobertura y calidad de servicio de las redes inalámbricas.

La tecnología AA proporciona estos considerables beneficios por medio de la gestión de la interferencia y la mejora de la calidad de la señal. Una estación de base típica utiliza una sola antena o un par de antenas para comunicarse con sus usuarios. Una estación de base con AA utiliza un pequeño grupo de antenas simples, es decir un «sistema de antenas» que cuenta con un sofisticado tratamiento de la señal que reduce enormemente el exceso de energía irradiada por la estación de base. Al mismo tiempo, el tratamiento de la señal permite a la estación de base escuchar a sus usuarios de manera selectiva, con lo que se mitigan los efectos de interferencia producidos por otros usuarios en la red. Por otra parte, el sistema de antenas supone una ganancia en lo que respecta a la potencia de la señal, con lo que mejora la calidad del enlace radioeléctrico para la misma cantidad de potencia total irradiada por la estación de base y el terminal de usuario. Una mejor calidad del enlace supone velocidades de datos más elevadas, un alcance más amplio y mayor duración de las baterías en los terminales de usuario.

Mediante la tecnología AA, cada célula en la red puede utilizar la misma asignación de frecuencia eliminando la interferencia entre las células. De hecho, la tecnología AA permite a un sistema reutilizar una asignación de frecuencia varias veces en una célula dada transmitiendo la energía solamente en los casos necesarios.

Eficacia espectral de la interfaz radioeléctrica HC-SDMA

La eficacia espectral calibra la capacidad de un sistema inalámbrico de suministrar información, «servicios de datos», con una determinada cantidad del espectro radioeléctrico. En los sistemas radioeléctricos celulares, la eficacia espectral se mide en bits/segundo/Hertzio/célula (bit/s/Hz/célula). Son varios los factores que contribuyen a la eficacia espectral de un sistema, entre ellos, los formatos de modulación, la «tara» de la interfaz inalámbrica (información de la señalización distinta de los datos de usuario), el método de acceso múltiple y el modelo de uso, entre otros. Todos estos factores afectan a las dimensiones de la unidad en bits/segundo/Hertzio. El aspecto de una dimensión «por célula» puede resultar sorprendente, pero el caudal de una estación de base de una determinada célula en una red celular es casi siempre sustancialmente menor que el de una célula única aislada. Esto se debe a la autointerferencia generada en la red, lo que supone que el operador debe asignar frecuencias en bloques separados en espacios de una o más células. Esta separación se representa por un factor de reutilización, en el que un número más bajo es representativo de un sistema más eficaz.

La eficacia espectral del sistema HC-SDMA aparece representada en el cálculo siguiente:

- portadoras de 625 kHz;
- tres intervalos de tiempo por portadora;
- 475 kbit/s de datos de usuario por intervalo;
- diagrama de reutilización de frecuencia efectiva de 1/2;

el cual arroja la siguiente eficacia espectral:

$$(3 \text{ intervalos de tiempo} \times 475 \text{ kbit/s/intervalo}) / 625 \text{ kHz} / \text{reutilización } 0,5 = 4,28 \text{ bit/s/Hz/célula}$$

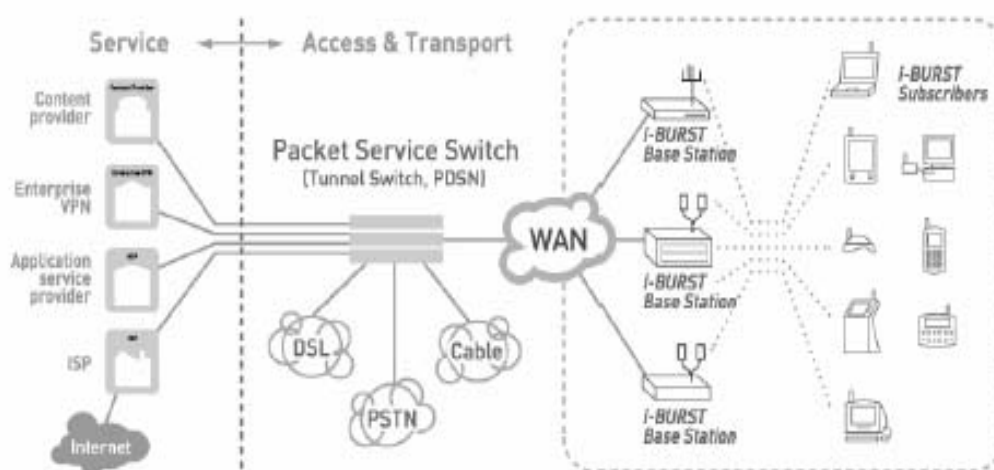
Capacidad y economía del sistema radioeléctrico

Una eficacia espectral del sistema HC-SDMA de 4 bit/s/Hz/célula significa que una red radioeléctrica HC-SDMA soporta una base móvil de usuario con muchos menos sitios y mucho menos espectro del que sería necesario mediante el uso de otras tecnologías y, por ello, con una enorme reducción de los costos de capital y de funcionamiento. Con 10 MHz de espectro utilizable, por ejemplo, cada estación de base HC-SDMA puede proporcionar una capacidad de acceso de 40 Mbit/s. La mejora de la tecnología AA en lo que respecta a la calidad del enlace o a la intensidad de la señal supone aproximadamente la duplicación del alcance (o el cuádruplo de zona) para el sistema HC-SDMA.

II.2.3.3 Arquitectura de la red iBurst

Arquitectura de la red de acceso y transporte comunes

En la Figura 8 se presenta una red iBurst de acceso y transporte comunes que permite a varios proveedores de servicios prestar simultáneamente servicios particularizados a sus respectivos usuarios finales. Una unidad comercial separada del operador de acceso y transporte puede, por sí misma, constituir uno de esos proveedores de servicio.

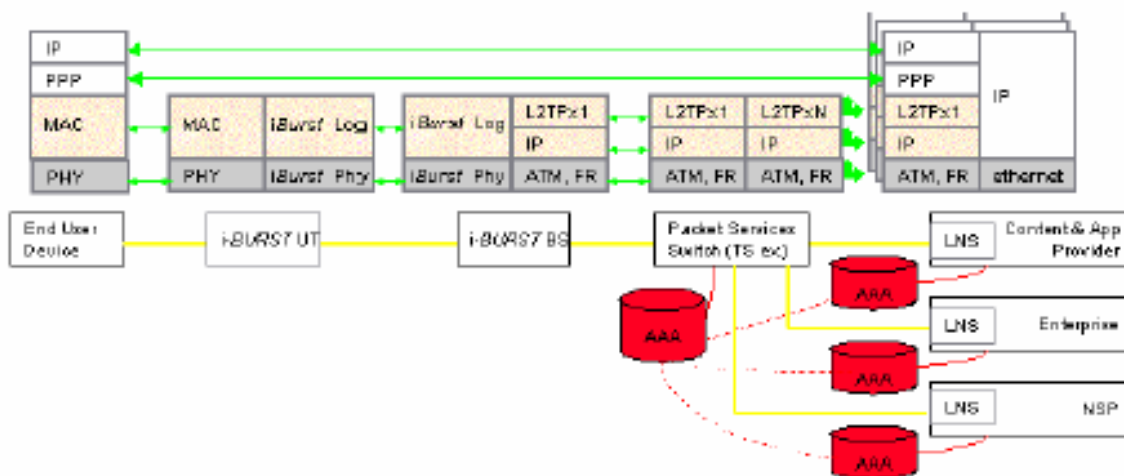


El operador de acceso y transporte agrega una diversidad de tecnologías de acceso del «último kilómetro» y luego conmuta sesiones del usuario final al proveedor de servicio correspondiente. El elemento principal de este esquema es el conmutador del servicio de paquetes (PSS) que funciona como un punto de agregación y como una «central» para encaminar las sesiones del usuario. Las decisiones de conmutación se suelen tomar sobre la base de nombres de usuario estructurados que proporciona el usuario en el proceso de autenticación del PPP. Por ejemplo, si el usuario se registra como «joe@aol.com», su sesión de usuario se dirigirá al sitio de AOL y solicitará autenticación para el usuario «joe», mientras que si el usuario se registra como «mary@hercompany.com», su sesión de usuario se conectará al sitio de su empresa, quizá para un acceso a la RPV de la empresa, y solicitará autenticación para el usuario «mary». El uso de la tecnología PSS está muy extendido en las redes de los proveedores de servicios Internet (PSI) y portadoras más importantes. Además de sesiones de usuario agrupadas a partir de diversos medios, el PSS presenta estas sesiones de manera unificada a la red del proveedor de servicios, liberándolo así de la necesidad de mantener contenidos y bases de servicio diferentes para cada clase de acceso.

II.2.3.3.4 Pila de protocolos iBurst

El sistema iBurst permite una conectividad IP por PPP de extremo a extremo entre los proveedores de servicios y sus clientes, coherente con el modelo de servicio predominante en el ámbito de acceso por cable. En la Figura 9, puede observarse, de izquierda a derecha, cómo se cursa la sesión PPP del usuario por diversos medios y protocolos.

Figura 9 – Pilas de protocolo y elementos de la red de datos de usuario iBurst



La Figura 9 muestra servidores AAA y conexiones AAA entre el dominio de acceso y transporte y el dominio de servicio.

II.2.3.3.5 Ofertas del servicio de red iBurst

Oferta de servicio móvil

La conectividad móvil se proporciona por medio de una tarjeta de acceso iBurst. Cuando está conectada a un dispositivo móvil como un ordenador portátil o una agenda digital personal, se mantiene en conexión siempre que el dispositivo se desplace dentro de la zona de cobertura de la red.

Oferta de servicio fijo/portal

El puente de acceso iBurst proporciona conectividad en un modo principalmente fijo. El dispositivo tiene el aspecto de un módem tradicional. Está conectado a la red eléctrica, tiene una pequeña antena y puertos para conectarlo por Ethernet o USB. Ofrece pues las ventajas de una conexión en banda ancha fija con el añadido de la portabilidad, y se puede desconectar desenchufándolo simplemente de la red eléctrica y enchufándolo en otro lugar para disponer de nuevo del puente de acceso iBurst. Este puente puede conectarse a un solo ordenador para darle acceso o conectarse a una red de área local o una red inalámbrica para que el acceso se comparta entre diversos dispositivos en un hogar u oficina.

ArrayComm es una marca registrada e iBurst es una marca de ArrayComm, Inc.

II.2.4 Acceso en banda ancha como posible solución para la radiodifusión de la televisión digital interactiva

El acceso radioeléctrico en banda ancha para la radiodifusión de televisión digital interactiva (iTV) presenta las siguientes características principales:

- amplia capacidad de datos: hasta 20 Mbit/por canal de 5, 6, 7 u 8 MHz. (Normas ASTC, DVB, DMB-T, RDSI-T con arreglo a la Recomendación UIT-R BT.1306);
- amplia cobertura.

A Televisión interactiva

- las tecnologías de acceso en banda ancha tienen gran importancia para las aplicaciones de la televisión interactiva;
- en principio, el sistema de televisión interactiva es un paquete de microprogramas que conecta al proveedor de servicios de televisión con el televidente mediante dos canales de comunicación, uno de radiodifusión y el otro, interactivo. Las normas europeas de telecomunicaciones (ETS 300 800 – ETS 300 802) del ETSI proporcionan el diagrama de bloques generalizado que mejor ilustra el sistema de televisión interactivo;
- en el sistema de televisión interactivo, una señal de televisión se combina en el adaptador de la red con los datos del proveedor de servicios interactivos y, mediante el instrumento de distribución, llega hasta el terminal del usuario final de la televisión interactiva. En el terminal se decodifica el contenido, que comprende vídeo, sonido y datos, y se representa en la pantalla normal del aparato de televisión con extensiones en forma de menús gráficos, campos de entrada de consultas, etc.;
- el usuario final puede elegir un elemento del menú con la ayuda de un panel de control a distancia o mediante la introducción de datos por medio de un teclado inalámbrico;
- el terminal de usuario de la televisión interactiva (normalmente denominado caja de adaptación multimedios o STB), que transforma el aparato de televisión habitual en un aparato de televisión inteligente, ocupa el lugar principal en la plataforma. Todas las STB conocidas se dividen normalmente en tres categorías: STB para difusión de televisión, STB de TV mejorada y STB para servicios avanzados. Esta última categoría se asemeja a los ordenadores de escritorio multimedios. Su potencia es muchísimo mayor y suelen tener un disco duro para registrar información de vídeo y de datos;
- actualmente, el ETSI elabora los protocolos de distribución, y están en curso las pruebas de tales protocolos.

B Tecnologías básicas de la difusión de televisión

Se ha establecido una clasificación de los principales tipos de redes de acceso radioeléctrico:

- las redes de acceso personal inalámbricas (WPAN) se utilizan para la conexión inalámbrica de dispositivos en una estación de trabajo. *Bluetooth* es un ejemplo de este tipo de tecnología;
- las redes de área local inalámbricas (WLAN) tiene por finalidad, en primer lugar, proporcionar acceso a las fuentes de información dentro de un edificio. En segundo lugar; organizar puntos de acceso destinados a la comunidad comercial (puntos de acceso inalámbrico) en lugares públicos tales como hoteles, aeropuertos y cafeterías, así como crear redes temporales que funcionarán durante la celebración de ciertos acontecimientos (talleres, exposiciones y otros). Las WLAN, que se basan en la norma IEEE 802.11, son conocidas también como Wi-Fi (fidelidad inalámbrica);
- redes inalámbricas distribuidas de acceso inalámbrico y redes de cobertura urbana WMAN y WiMAX. (IEEE 802.16);
- MMDS (servicio de distribución multipunto por microondas) es una opción de acceso inalámbrico en banda ancha a las redes de cable.

B.1 Situación específica de WiMAX en las tecnologías de acceso inalámbrico

A diferencia de otro tipo de redes, las redes distribuidas de acceso inalámbrico (también conocidas como BWA, WiMAX) son redes a una escala metropolitana o WMAN (red de acceso metropolitano inalámbrica), a escala regional y redes de clase operador. Las redes de esta clase se diseñan ante todo para otras categorías de usuarios y, en lo que respecta a sus funciones, difieren enormemente, por ejemplo, de las Wi-Fi.

Las tecnologías de red distribuida utilizan desde un principio (a diferencia de las WLAN, Wi-Fi), un método de acceso de no colisión gracias al cual el usuario dispone de un canal de transmisión de datos fijo con un retardo fijo (mínima fluctuación de fase), lo que constituye un requisito indispensable para la creación de las redes de clase operador.

Normalización del equipo

Hasta ahora, los equipos para construir las redes WMAN funcionaban mediante protocolos de marcas registradas de fabricantes de equipos que no estaban normalizados ni eran compatibles. La normalización de los equipos de acceso inalámbrico en banda ancha fabricados surgió en el verano de 2004, cuando se dio a conocer la norma IEEE 802.16 y aparecieron en el mercado distintos equipos con certificación de los fabricantes.

La norma IEEE 802.16

IEEE 802.16 es la primera norma (grupo de normas) aplicada a las redes inalámbricas distribuidas (acceso inalámbrico).

La norma se creó para construir redes inalámbricas a escala metropolitana que proporcionan a los abonados todo tipo de servicios modernos accesibles mediante conexiones de cable. Se trata de la primera norma para sistemas inalámbricos de la MAN inalámbrica, clase de acceso inalámbrico en banda ancha.

La norma describe estaciones de base y aparatos telefónicos de abonado.

Cuadro comparativo del grupo de normas 802.16

Norma	802.16	802.16a
Aprobada	Diciembre de 2001	Enero de 2003
Gama de frecuencias, GHz	10-66	2-11
Condiciones de trabajo	Visibilidad directa	Posibilidad de funcionamiento sin visibilidad directa
Velocidad binaria de transmisión, Mbit/s	32-134	1,0-75
Modulación	QAM, una subportadora	QAM, una subportadora, OFDM, 256 subportadoras, OFDM, 2048 subportadoras
Radio de la célula, km	2-5	4-6

La primera versión de la norma abarca la gama de frecuencias de 10-66 GHz y funcionaba según un modo de frecuencia única (portadora única, SC – una subportadora). El modo particular de propagación de las ondas radioeléctricas en la banda restringe el funcionamiento de los sistemas debido a los límites en el alcance de la visibilidad directa.

En un entorno típicamente urbano permite la conexión de aproximadamente la mitad de los abonados. Por regla general, no hay visibilidad directa para el 50% restante. Esto impulsó la creación de un suplemento a la norma 802.16 relativa a la banda 2-11 GHz con lo que, además del funcionamiento en una sola frecuencia, prevé el uso de la multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM) y el acceso múltiple sobre la base de esta última. (OFDMA, modo de acceso a multiplexión por división ortogonal de frecuencia.)

La transmisión simultánea en el modo OFDM de 256 subportadoras resulta posible al permitir la recepción simultánea de señales directas o reflejadas o funcionar sobre señales reflejadas sólo más allá de los límites de visibilidad directa.

En 2004, el Instituto IEEE ratificó la norma 802.16-2004 que reemplazaba a las anteriores versiones 802.16, 802.16a y 802.16REVd.

Actualmente, el consorcio WiMAX, que prepara especificaciones para garantizar la compatibilidad de equipos de distintos fabricantes sobre la base de la norma final 802.16-2004, tiene la vía abierta en el mercado.

Así, WiMAX es una tecnología de clase operador que proporciona a la población servicios multimedia de gran calidad en materia de acceso inalámbrico en banda ancha.

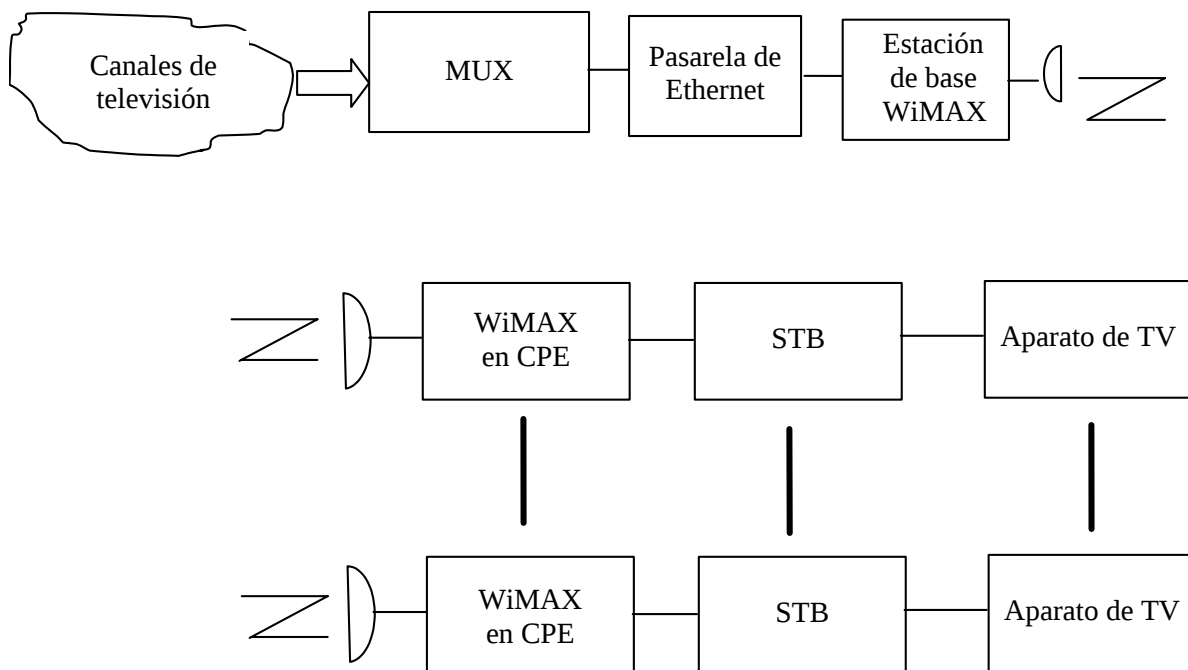
Las tendencias actuales en el desarrollo del acceso inalámbrico se caracterizan por la prestación de servicios múltiples y, por consiguiente, de banda ancha.

Teóricamente, un usuario moderno no debería tener restricciones en ningún servicio actualmente accesible mediante conexiones de cable, como SDH o Ethernet. Se da por supuesto que los últimos sistemas con certificación, como WiMAX, permitirán a los operadores de redes de acceso en banda ancha prestar a los usuarios servicios tales como IP y E1 y sustituir la infraestructura del acceso ADSL y las correspondientes líneas asignadas.

Televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX.

En la Figura 10 se observa el diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX.

Figura 10 – Diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base de la tecnología WiMAX



Principales componentes del equipo

1) Equipo de la estación de base:

- módulo radioeléctrico externo con conector de tipo N para la conmutación de una o varias antenas sectoriales mediante un divisor. La opción consiste en utilizar varios módulos radioeléctricos con antenas sectoriales correspondientes al número de sectores;
- módulo de tratamiento de la red interno con un controlador de la estación de base que controla todos los componentes del equipo de la estación de base y los dispositivos de los abonados;
- equipo DVB para la creación de señales de color en la entrada del equipo WiMAX y una pasarela DVB-Ethernet.

2) Equipo de abonado:

- módulo de transmisor-receptor externo con una antena integrada o modelo de transmisor-receptor externo con un conector de tipo N para la conmutación en una antena con el fin de garantizar la máxima cobertura con una antena individual;
- módulo interno con las funciones de un adaptador multimedia de televisión interactiva y las interfaces necesarias para conectarlo con el aparato de televisión del abonado;
- en el caso más simple de visibilidad directa desde una estación de base, es posible utilizar una sola estructura de bloques con una antena incorporada.

B.2 Tecnología MMDS

- **Definición**

En los últimos años, los sistemas MMDS (servicio de distribución multipunto por microondas) han experimentado una amplia difusión ya que constituyen una opción a las redes de cable clásicas en las que la construcción de la red de distribución se lleva a cabo mediante cables coaxiales u ópticos.

Hasta el momento, se han instalado docenas de sistemas MMDS en el hemisferio occidental que proporcionan acceso a Internet, televisión interactiva y otros servicios de banda ancha con tecnología de acceso inalámbrico. Varias empresas en el mundo fabrican equipos que garantizan el acceso de alta velocidad a Internet a cualquier abonado distante dentro de la zona de cobertura en la cual se instala una antena transceptora MMDS.

De acuerdo con el estudio llevado a cabo por el Grupo US, la demanda de servicios de acceso de banda ancha por parte de los consumidores está creciendo y se prevé que, en 2006, el número de abonados a los sistemas MMDS de Estados Unidos llegue a 900 000 (en 2000 había solamente 20 000 abonados).

Los sistemas MMDS (2,5-2,7 GHz) están incluidos en el proyecto DVB europeo junto con las redes por satélite, de cable y redes terrenales.

- **MMDS digitales interactivos**

El número de canales de televisión en los MMDS tradicionales está limitado por la anchura relativamente estrecha de la banda de frecuencias que se encuentra entre 2 500-2 700 MHz, es decir sólo 200 MHz. Por ejemplo, en la norma rusa D (8 MHz para cada canal) se pueden admitir hasta 25 canales. La difusión de programas de televisión según la norma digital DVB permite la transmisión de 5 a 7 programas digitales en cada banda del canal de televisión. En el MMDS digital se utiliza el sistema de modulación 64QAM adoptado para la televisión digital por cable DVB-C. Para recibir programas digitales, cada abonado a MMDS deberá instalar un STB por cable digital. Se trata del único inconveniente de los sistemas MMDS digitales, ya que cuenta con las siguientes ventajas:

- 1) un amplio número de canales (150 o más);
- 2) alta calidad de imagen y sonido;
- 3) servicios adicionales previstos por la norma DVB: sonido estéreo y/o multicanal, guía electrónica, sintonía automática, elección de canales de la lista, teletexto, subtítulos eliminados, etc.;
- 4) posibilidad de difusión simultánea de programas analógicos y digitales en un sistema.

- **MMDS digital interactivo**

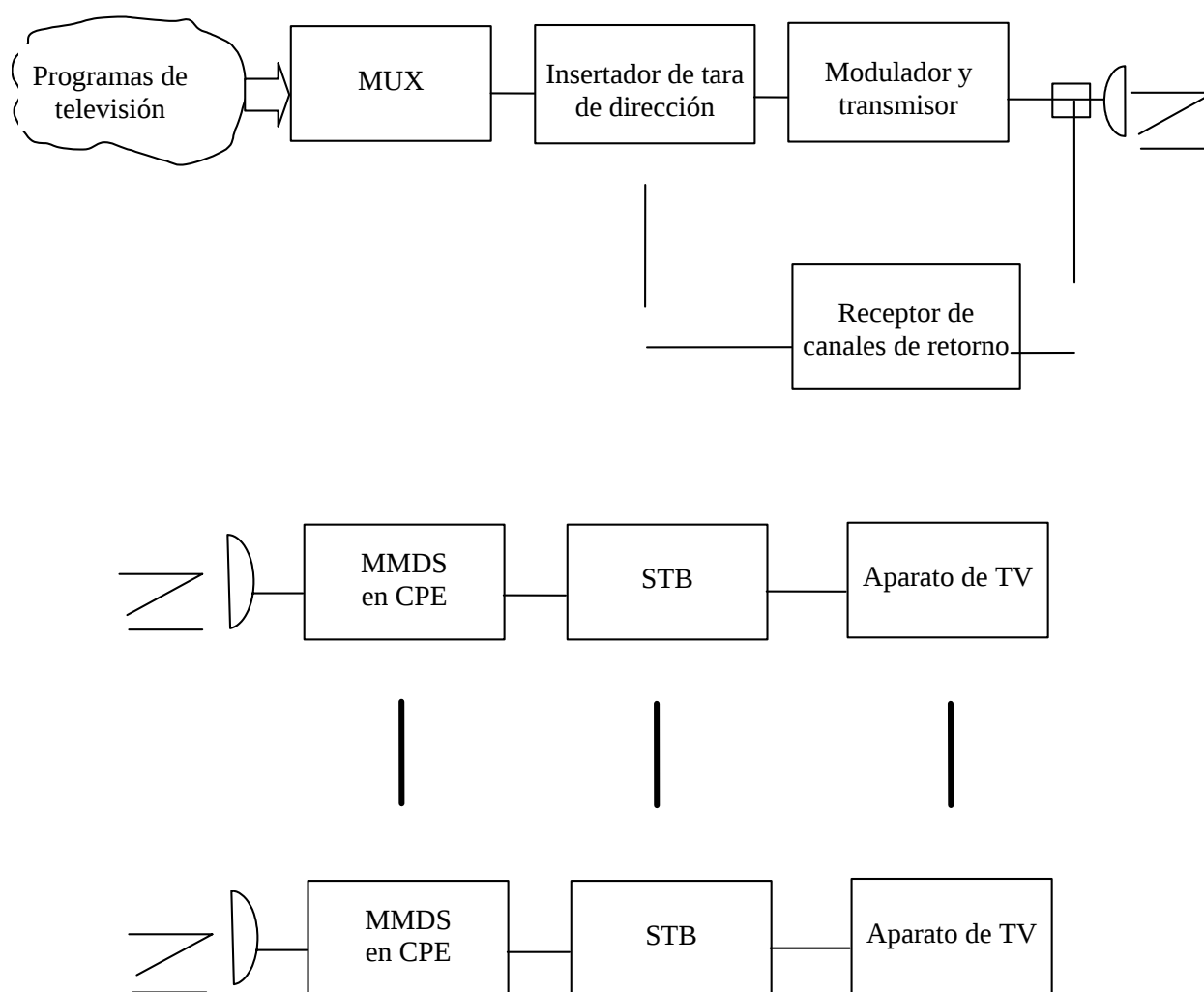
El sistema MMDS puede utilizarse para organizar la difusión de programas de televisión digital interactiva. Para ello, se debe organizar un canal de retorno para el tráfico saliente de abonado (« canal de llamada»). A los abonados de MMDS interactivos se les instala un transceptor en lugar de la antena receptora con un convertidor.

Para organizar un canal de retorno se utiliza el canal de retorno MMDS con modulación QPSK. Aunque la capacidad del canal de retorno es inferior a la del canal directo, garantiza mayor distancia de transmisión con menor potencia del transmisor. En este caso, se instala un receptor y un modulador QPSK en el nodo de distribución. También es posible aumentar el número de usuarios dividiendo la zona de servicio en sectores.

- **Principales componentes del equipo MMDS digital**

En la Figura 11 se presenta el diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base del sistema MMDS digital.

Figura 11 – Diagrama en bloques de la televisión interactiva sobre la base del sistema MMDS digital



Equipo

Entre los dispositivos del equipo del sistema MMDS digital se incluyen los siguientes componentes:

- moduladores;
- transmisores (o un transmisor de grupo a canales N);
- sumador de canales;
- sistema de gestión de la red;
- sistema de reservas automático o manual;
- transpondedores de banda ancha (en caso necesario);
- antenas;
- equipo DVB para la creación de señales digitales en la entrada del transmisor MMDS.

El equipo DVB es necesario para la creación de señales digitales en la entrada del transmisor MMDS y debe ejecutar las siguientes funciones:

- recepción de programas digitales desde satélites (demodulación);
- decodificación (desaleatorización) de programas codificados;
- formación de trenes de datos sin señales analógicas de los estudios de televisión (codificación MPEG-2);
- formación de trenes digitales propios sin programas de diversos trenes de datos procedentes de diferentes fuentes (multiplexión y remultiplexión);
- regeneración de la información del servicio DVB (tablas de canal, tablas de ajuste, etc.);
- codificación (aleatorización) de programas de televisión digitales – Organización de la televisión de pago;
- creación de señales de frecuencias radioeléctricas (modulación) sin tren de datos que proporcionar al transmisor.

Equipo de abonado

El equipo de abonado del sistema MMDS digital interactivo consiste en un bloque interno, normalmente un bloque de sobremesa (terminal digital de cable DVB-C con un sistema incorporado de decodificación de contenido de pago) y el módulo transceptor externo – transceptor de abonado con una antena. Para gestionar las aplicaciones interactivas es necesario contar con una unidad de adaptación multimedios para televisión interactiva.

II.3 Matriz de sistemas de satélite

II.3.1 Acceso en banda ancha por satélite

Características técnicas y de explotación de los terminales de usuario

Las propiedades inherentes de las comunicaciones por satélite, es decir su amplia cobertura, su modo de funcionamiento y las posibilidades de multidifusión, les permiten ofrecer comunicaciones Internet de alta velocidad y transmisiones multimedios a larga distancia.

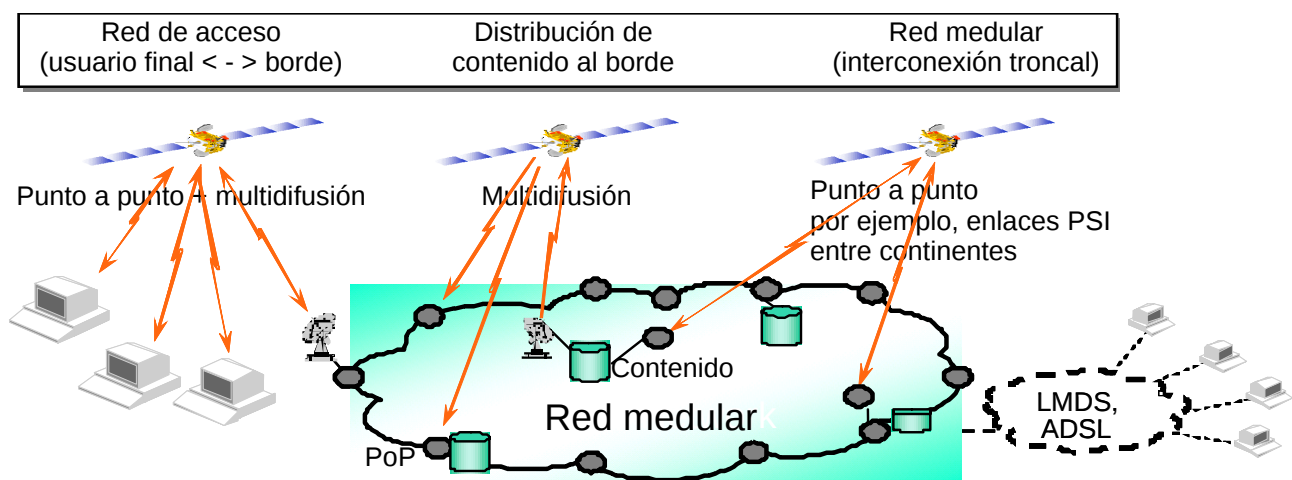
En la Figura siguiente (Figura 12) se da una visión general de las diversas ocasiones en que pueden ofrecerse servicios Internet de alta velocidad. Se ha de tener en cuenta que la red global puede abastecer a hogares individuales así como bloques de apartamentos, e interconectarlos con otras redes de telecomunicaciones con miras a realizar economías de escala para usuarios que se encuentran en zonas poco pobladas o de muy poco tráfico. La interconexión sin solución de continuidad con redes terrenales aumentará el éxito de los servicios mundiales de banda ancha por satélite proporcionados por los sistemas de satélite.

a) Arquitectura de red

En la Figura 12 se ilustran las tres principales posibilidades de instalación de sistemas mundiales de banda ancha por satélite:

- Red de acceso que proporciona servicios a usuarios finales.
- Red de distribución que distribuye el contenido en los bordes.
- Red medular que proporciona servicios troncales.

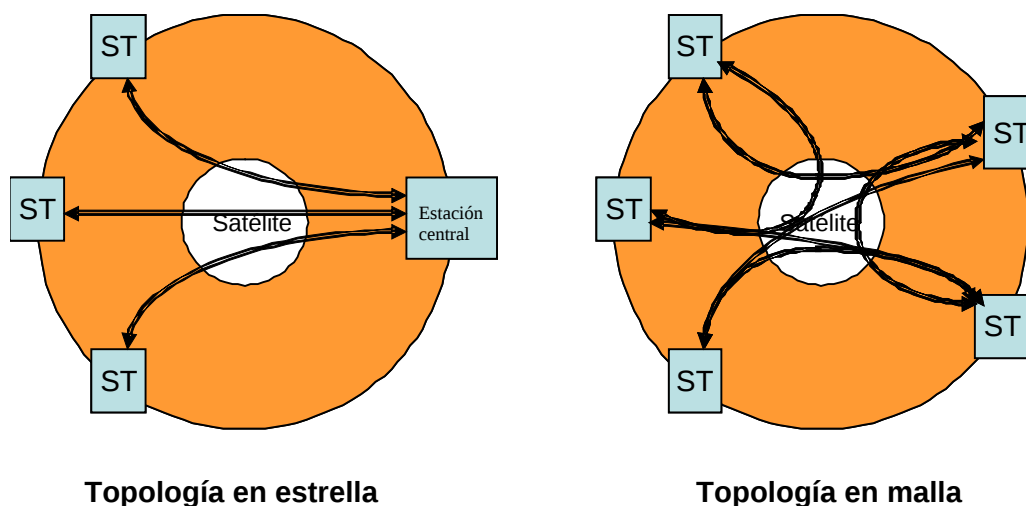
Figura 12 – Posible configuración de redes mundiales de banda ancha por satélite



El trabajo actual trata principalmente de posibilidades de red de acceso mediante la utilización de satélites OSG y terminales de satélite fijos.

La topología de la red puede ser en malla o en estrella, como se indica en la Figura 13:

- La topología de red en estrella consiste en una disposición radial de los enlaces entre la estación central (o punto de acceso Internet) y múltiples estaciones remotas. Una estación remota sólo puede establecer un enlace directo con la estación central y no puede establecer un enlace directo con otra estación remota.
- Una red en malla consiste en una disposición en malla de los enlaces entre las estaciones, es decir, que cualquier estación puede conectarse directamente con cualquier otra estación. La topología en estrella es un caso especial de la topología en malla.

Figura 13 – Topologías en estrella y en malla

ST: Terminal de satélite

NOTA – Una topología en estrella se puede utilizar para proporcionar conexiones en malla mediante el establecimiento de un enlace indirecto entre estaciones remotas a través de la estación central.

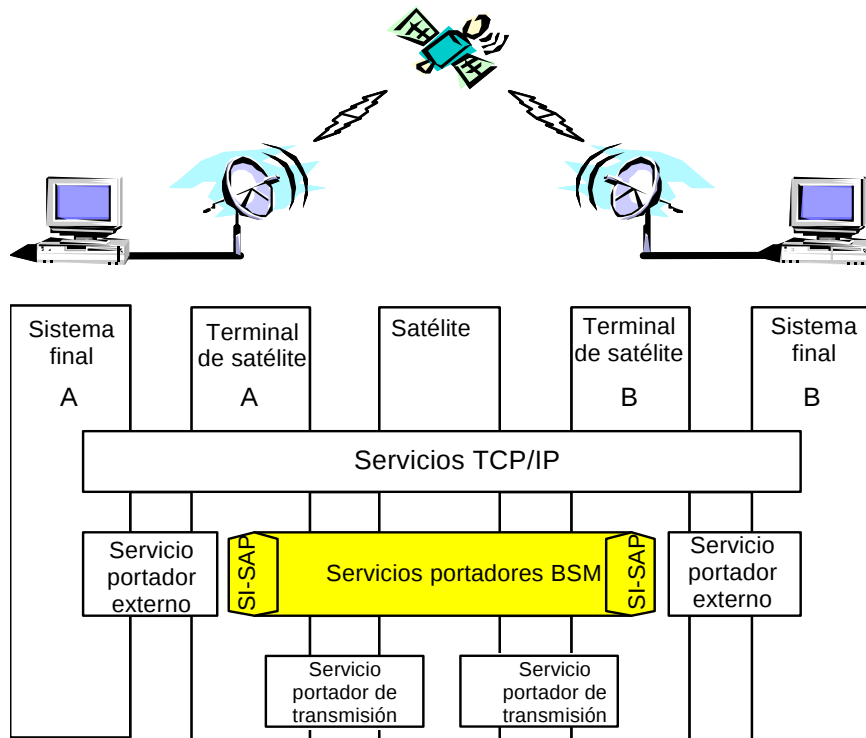
Un sistema mundial de banda ancha por satélite puede utilizar una arquitectura de satélite no regenerativa o regenerativa:

- Arquitectura no regenerativa significa una sola arquitectura, llamada habitualmente «arquitectura acodada». Esta arquitectura no termina ninguna capa de la pila de protocolo de interfaz inalámbrica en el satélite, el satélite se limita a transferir transparentemente las señales de los enlaces de usuario a los enlaces de conexión.
- Arquitecturas regenerativas son las demás arquitecturas que proporcionan funcionalidades adicionales en el satélite. En esas arquitecturas, las funciones de satélite terminan una o varias capas de la pila de protocolo de interfaz inalámbrica del satélite.

b) Arquitectura de los servicios

La arquitectura banda ancha por satélite (*BSM, broadband satellite medium*) separa el estrato de transporte en una parte superior que contiene servicios IP normalizados, y una parte inferior que contiene los servicios portadores del sistema global de banda ancha por satélite y los servicios portadores de transmisión de radio subyacentes ilustrados en la Figura 14.

Figura 14 – Arquitectura del servicio global de banda ancha por satélite



A fin de separar los servicios comunes a todos los sistemas de satélite de los que son específicos de una determinada tecnología de satélite, la arquitectura de servicio define un punto de acceso de servicio independiente del satélite (SI-SAP, *satellite-independent service access point*) como interfaz entre las capas superior e inferior. Esta interfaz corresponde a los extremos de los servicios portadores del sistema global de banda ancha por satélite indicado en la Figura 14.

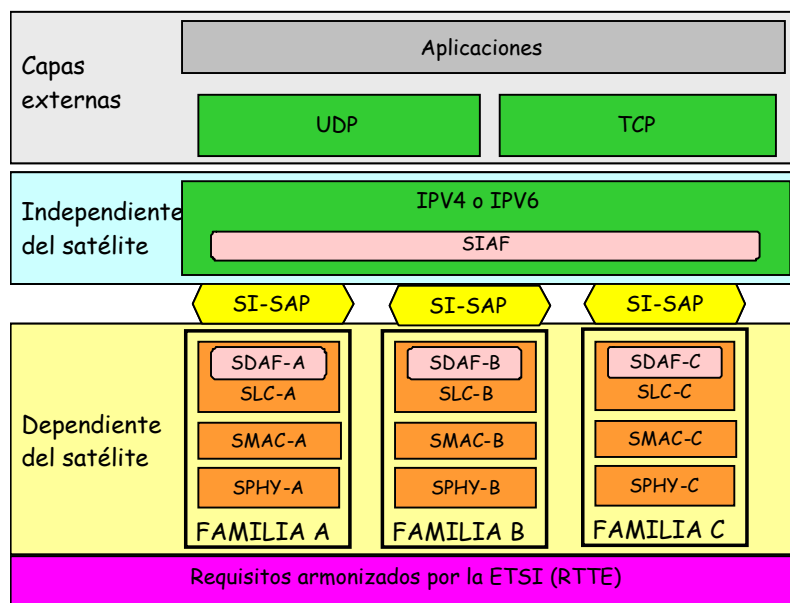
c) Arquitectura de protocolo

El sistema global de banda ancha por satélite identifica tres grupos de protocolos:

- protocolos de red IETF IP;
- protocolos adaptados del sistema global de banda ancha por satélite, que son independientes del sistema de satélite;
- protocolos dependientes de la tecnología de satélite.

La arquitectura de protocolo del sistema global de banda ancha por satélite define la interfaz del punto de acceso al servicio independiente del satélite (SI-SAP) que reside entre la capa de red IP y las capas inferiores. Inmediatamente por encima y por debajo de la interfaz, la arquitectura define dos nuevas capas de adaptación que contienen funciones del sistema global de banda ancha por satélite asociadas con la interfaz indicada en la Figura 15.

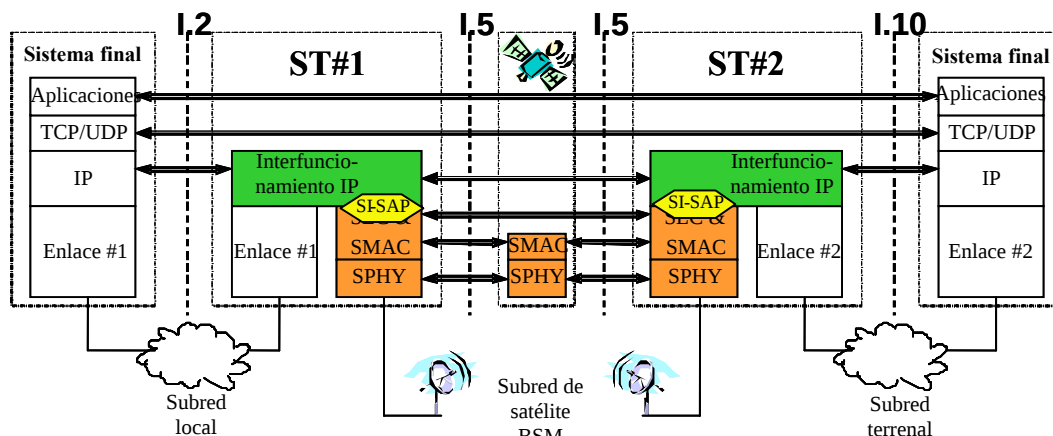
Figura 15 – Arquitectura de protocolo del sistema global de banda ancha por satélite



En la Figura 15 se indica cómo la arquitectura del sistema global de banda ancha por satélite soporta múltiples familias alternativas de protocolos de capa inferior dependientes del satélite. Cada familia corresponde a una tecnología de satélite diferente, en particular los satélites transparentes y regenerativos, así como las topologías en malla y en red. Todas las familias de capas inferiores dependientes del satélite pueden soportar estas funciones SI-SAP genéricas de distintas maneras. Cada familia define una función de adaptación dependiente del satélite (SDAF, *satellite dependent adaptation function*) que se utiliza para proporcionar la correspondencia hacia la interfaz SI-SAP y desde la misma.

La SI-SAP define una interfaz independiente del satélite que se puede utilizar para proporcionar esencialmente los mismos servicios en todas las implementaciones de BSMS. El trabajo actual trata principalmente del interfuncionamiento de la serie de protocolos IP como se indica en la Figura 16.

Figura 16 – Interfuncionamiento IP



II.3.2 Matriz de red de los terminales de muy pequeña apertura (VSAT)

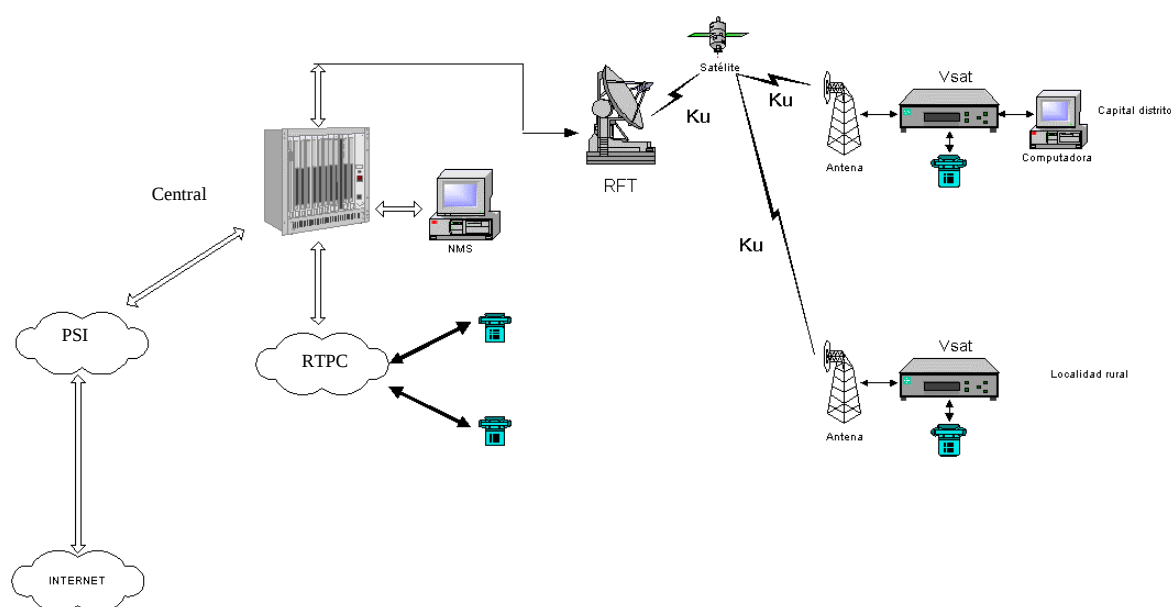
Las redes de satélite VSAT instaladas en zonas rurales suelen funcionar en la banda 10-20 GHz.

Las redes VSAT tienen una topología similar a la estrella, con múltiples estaciones remotas que comunican a través de una central con un sistema de acceso FDMA/TDMA DAMA.

La velocidad de transmisión de datos actual es de hasta 256 kbit/s para la portadora desde la central a las estaciones remotas (salida – descendente – adelante), con modulación QPSK y de 38,4 kbit/s para la portadora de las estaciones remotas a la central (entrante – hacia arriba – retorno) con una modulación MSK. Habitualmente, se proporciona también un puerto LAN Ethernet para comunicar con otros equipos.

Los principales componentes de la red VSAT son los siguientes: i) múltiples estaciones remotas; ii) estación nodal (central); iii) subsistema de pago previo⁶⁶ y iv) sistema de gestión de red. La Figura 17 es un diagrama simplificado de la red VSAT.

Figura 17 – Esquema simplificado de una red VSAT



Las estaciones remotas constan principalmente de dos módulos: la unidad externa (ODU, *outdoor unit*) y la unidad interna (IDU, *indoor unit*), que comprende el VSAT, además del subsistema de alimentación en energía y el subsistema de protección.

⁶⁶ El sistema de pago previo utiliza tarjetas con códigos (NIP) para efectuar llamadas. El operador debe disponer de un plan de distribución de tarjetas adecuado y velar por una capacitación adecuada de la población rural para utilizar el servicio. El procedimiento de llamada se indica al dorso de las tarjetas de pago previo, y en las cabinas telefónicas hay un cartel con indicaciones. Además, el operador forma a los usuarios sobre la utilización adecuada del teléfono público y del acceso a Internet (en su caso).

La unidad externa (ODU) está integrada por la antena y los elementos de radiofrecuencia que permiten la comunicación entre la unidad interna (IDU) y el satélite. Entre otros, cuenta con los siguientes componentes: i) una antena cuyo tamaño va de 1,2 a 1,8 m⁶⁷, ii) un convertidor de alta potencia de 500 mW a 1 W⁶⁸ y iii) un bloque convertidor de bajo ruido.

Se pueden proporcionar, entre otros, los servicios⁶⁹ siguientes: i) voz, ii) fax de baja velocidad (Grupo 3), iii) llamadas gratuitas a centros de emergencia y iv) acceso a Internet en capitales de distrito rurales a una velocidad de 9 600 baudios.

II.4 Tecnologías en el proceso de normalización

II.4.1 Solución «Canopy» para la matriz de acceso inalámbrico de banda ancha fijo

Muchas empresas, nacionales y, especialmente, internacionales, no pueden acceder fácilmente, o incluso nunca, a la banda ancha por un precio razonable. Los gastos que entraña la creación de nuevas redes DSL, la modificación o el acondicionamiento de las líneas existentes, o la reconversión de plantas de cable existentes para transmitir tráfico bidireccional podría ser muy elevado. En esta sección se facilita información sobre las características de la tecnología BWA que vuelve asequible este planteamiento de la banda ancha.

En la mayor parte del mundo todavía es imposible obtener conexiones fiables de datos y/o voz de alta velocidad. El medio de acceso prometedor para atender a esta necesidad, el acceso inalámbrico de banda ancha (BWA), representa menos del 5% de las conexiones totales de acceso de banda ancha.

No obstante, se están encontrando nuevas posibilidades para resolver los problemas que habían obstaculizado hasta ahora el crecimiento de la BWA. Una cuestión importante para los proveedores de servicio, por ejemplo, es la incapacidad de evitar las interferencias radioeléctricas. Esto entraña un aumento de los costos debido a los equipos adicionales y a la incapacidad de llegar a acuerdos de servicio con los clientes.

La principal dificultad para que la BWA se generalice como acceso de banda ancha es la interferencia. Los clientes deben tener la garantía de que la tecnología elegida no plantea problemas y está siempre disponible. Con la BWA, la principal amenaza es la interferencia.

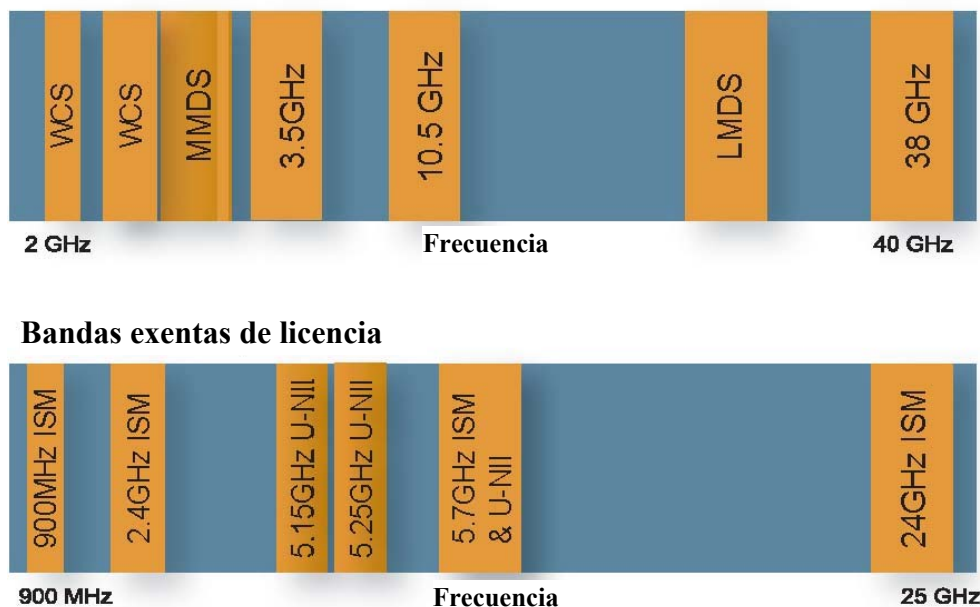
Cuando se atribuyen bandas con licencia a la BWA, suele concederse un número limitado de licencias por región. Desde un punto de vista general, esto significa que pocos operadores instalan la BWA y sólo donde pueden amortizar el precio de la licencia. Esta situación reduce en efecto el número de competidores potenciales y, por lo tanto, reduce las opciones para el cliente, ya que suprime la competencia en este campo.

Las normas se han de formular para que permitan la coexistencia de múltiples redes con una interferencia mínima, a fin de que varios operadores puedan prestar servicio en una región geográfica determinada. Las bandas indicadas a continuación en la Figura 18 son ejemplos de esta clase de utilización a nivel nacional en algunos países.

⁶⁷ Las dimensiones de la antena dependen de numerosos factores (ubicación geográfica, cobertura del satélite, niveles de precipitación, velocidad de datos solicitada, etc.). En algunos casos se utilizan antenas de mayor diámetro para mejorar el rendimiento del sistema.

⁶⁸ 1 W de potencia en algunas ciudades de la jungla peruana debido principalmente a la cobertura del satélite y a los niveles de precipitación.

⁶⁹ Actualmente, todos los servicios proporcionados por operadores rurales son de pago previo, salvo el acceso a Internet, que por ahora es gratuito.

Bandas de frecuencias inalámbricas de banda ancha con licencia:**Figura 18 – Bandas de frecuencias mundiales**

El objetivo primordial del diseño de la tecnología Canopy es la creación de un sistema BWA de fácil utilización y resistente a las interferencias. La interferencia es el principal obstáculo a la fiabilidad y en las bandas exentas de licencia puede cobrar mucha más importancia que en los sistemas con licencia.

Por consiguiente, es fundamental que las soluciones BWA destinadas a las bandas exentas de licencia tengan cuidadosamente en cuenta esta cuestión. También es evidente que, para ello, el diseño del producto debe ser sumamente detallado. Las redes BWA sólidas y fiables no aparecen por casualidad, son el resultado de una gran atención y de la elaboración de las soluciones adecuadas.

La solución BWA Canopy tiene las características siguientes:

- Método de acceso: TDD/TDMA
- Modulación: BFSK de alto índice (optimizada para el rechazo de interferencia)
- Velocidad de datos: 10 y 20 Mbit/s (velocidad de señalización)
- Banda de frecuencias: 2 400-2 483,5 MHz, 5 250-5 350 MHz, 5 725-5 850 MHz
- Canalización: 3 canales no solapados a 2 400-2 483,5 MHz (18 canales solapados)
- 3 canales no solapados a 5 250-5 350 MHz (11 canales solapados)
- 6 canales no solapados a 5 725-5 850 MHz (22 canales solapados)
- Norma de red: IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
- Potencia del transmisor: Cumple los límites de p.i.r.e. FCC ISM/UNII.

La eficacia de Canopy frente a la interferencia se logra de la manera siguiente:

- Empleo de BFSK para la modulación. Con esta modulación la relación C/I necesaria para funcionar de manera adecuada con una tasa de error de 1×10^{-4} bits por segundo es de solamente 3 dB, es decir que la potencia de la señal deseada sólo debe ser 3 dB superior a la interferencia no deseada. Un sistema que funciona con 16 QAM a esos niveles exigirá una relación C/I de aproximadamente 12 a 14 dB.
- Instalación de redes en una topología celular; el rendimiento de la antena para rechazar señales no deseadas desde detrás es una característica importante. El sistema Canopy, con sus antenas integradas en el AP, tiene una relación anterior/posterior de 20 dB. Sumado a la excelente relación C/I , esto significa que un AP Canopy que recibe una señal en el umbral (la señal más débil que pueda detectar) puede recibir una señal interferente desde detrás, ya sea interna o externa, del orden de -60 dBm y soportar conexiones con una tasa de error aceptable.
- Sincronización precisa posible en centenares de kilómetros cuadrados. Con el sistema Canopy, diseñado para instalaciones de redes densas en gran escala, la sincronización TDD es una condición indispensable. Esto se ha resuelto con la utilización de una señal GPS. Estas señales de satélite precisas se utilizan para la temporización y, por consiguiente, para la sincronización de la transmisión y recepción, por lo que todos los sectores de una red Canopy funcionan con el mismo «reloj».

Dada la dificultad que plantea la combinación de redes TCP/IP con redes inalámbricas y las tasas de error correspondientes, el sistema Canopy resuelve el problema con una característica llamada solicitud de retransmisión automática o ARQ (*automatic retransmission request*). En realidad, la ARQ inspecciona los RDP que entran en el SM receptor y busca errores. Si detecta un error, el SM (o AP) envía a la entidad enviante la solicitud de que reenvíe el RDP.

II.4.2 Airstar: Un sistema de multiservicio para el acceso inalámbrico fijo de banda ancha

Resumen del sistema «*airstar*TM»

*airstar*TM es un sistema de acceso inalámbrico fijo punto a multipunto concebido especialmente para usuarios residenciales, SOHO y pequeñas y medianas empresas (PYME) en zonas urbanas, suburbanas y rurales.

*airstar*TM es una solución de gran capacidad para proveedores de servicio, ya que trata eficazmente aplicaciones que van desde la transmisión de voz y datos con calidad telefónica hasta la red de retroceso de estaciones base móviles en una sola plataforma. El sistema funciona en las bandas de frecuencias de 3,5, 10, 26 y 28 GHz y utiliza una interfaz inalámbrica ATM/TDMA/FDD con asignación dinámica de ancho de banda que ofrece un elevado nivel de calidad de servicio (QoS) para voz y datos.

*airstar*TM es una solución probada en condiciones reales: están instalados más de 80 sistemas en 37 países desde hace más de 5 años.

Aplicaciones

El sistema *airstar*TM es una plataforma muy flexible que soporta múltiples aplicaciones.

- Red de retroceso móvil 2G/3G

Los operadores móviles que adoptan las tecnologías 3G se enfrentan con notables aumentos de las necesidades de capacidad de sus redes de transmisión, así como con la necesidad de pasar de TDM a ATM e IP. El sistema proporciona el enlace de transmisión hacia estaciones de base móviles 2G y 3G de retroceso a partir de un solo equipo en las instalaciones del cliente. Adicionalmente, la interfaz inalámbrica original de ATM ofrece una solución de infraestructura de retroceso con posibilidades de evolución que soporta los futuros servicios móviles 3G.

- Acceso para pequeñas y medianas empresas (PYME)

Dada la gran variedad de equipos y aplicaciones que existen en una PYME típica, el suministro de múltiples servicios es una parte esencial del negocio de cualquier proveedor del servicio. El sistema permite la prestación de servicios de voz E1/T1, acceso a Internet, red privada virtual (VPN) y retransmisión de tramas a partir de un solo equipo en las instalaciones del cliente (CPE).

- Acceso unitario para múltiples usuarios

En unidades residenciales multifamiliares, el sistema ofrece una solución adaptable y versátil de acceso individual a múltiples usuarios y permite el acceso a Internet y a servicios de voz de calidad telefónica o VoIP.

- Red de retroceso de bucle local inalámbrico

A 3,5 y 10,5 GHz, proporciona enlaces de retroceso de hasta 20 Km, lo cual permite prestar servicios a ciudades y aldeas apartadas con el bucle local inalámbrico y conectarse a la red telefónica pública conmutada (RTPC) a través de una ciudad más importante.

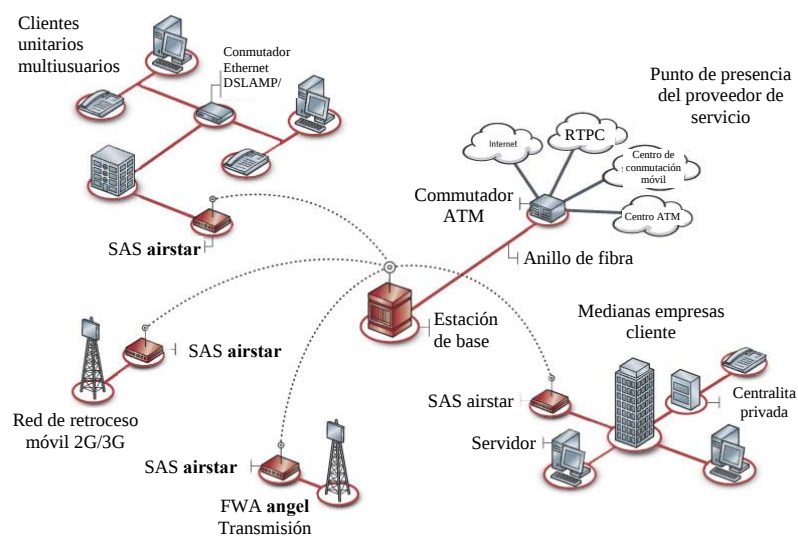
- Red de retroceso de punto de acceso Wi-Fi

El sistema también proporciona red de retroceso para puntos de acceso Wi-Fi utilizando la interfaz Ethernet CPE 10/100 Mbit/s. Todos los enlaces de retroceso se combinan en el enlace inalámbrico y se entregan en una sola conexión de red ATM en la estación de base. La QoS ATM implementada en el enlace inalámbrico garantiza el ancho de banda necesario para los puntos de acceso Wi-Fi.

Arquitectura

La Figura 19 representa un ejemplo de la Arquitectura del sistema «airstar»TM.

Figura 19 – Arquitectura AirstarTM



Principales características y ventajas

• Flexibilidad en el servicio

La plataforma soporta de manera eficiente los siguientes servicios de voz y de datos, y le permite a los proveedores del servicio ofrecer soluciones personalizadas a sus clientes:

Servicios de voz:

- **Línea arrendada E1** – Soporta tanto el modo estructurado como el no estructurado. En el caso de E1 estructurado, por el aire se transportan únicamente los intervalos de tiempo ocupados.
- **PRI de RDSI (Interfaz de velocidad primaria de RDSI)** – Con asignación dinámica de ancho de banda, llamada por llamada.
- **Voz por IP/FR/DSL** – Con ganancia de multiplexación estadística y calidad de servicio diferenciada que permite ofrecer servicios RTPC y RDSI-BRI (interfaz de velocidad básica).

Servicios de datos:

En todos los servicios de datos se hace una asignación dinámica del ancho de banda.

- **Acceso a Internet** – No se requiere un encaminador externo
- **Interconexión de LAN a LAN** – Se logra mediante Ethernet puenteado o mediante un servicio de retransmisión de tramas
- **Retransmisión de tramas** – A través de interfaces seriales X.21/V.35 o E1
- **VLAN** – Con el fin de proveer servicios IP a docenas de usuarios finales, garantizando al mismo tiempo la calidad de servicio individual.

Ofertas exclusivas del servicio inalámbrico

- **Línea arrendada 4xE1** – En un CPE de AirStar, el costo incremental por cliente es un 20% menor que en el caso de 2xE1 por edificio o de 4xE1 por edificio.
- **Servicio de IP a 8 Mbit/s** – Con el quipo SAS-XP de la serie 3000, el sistema AirStar puede suministrar en la interfaz Ethernet de SAS un caudal cercano al físico real.

- | | |
|--|---|
| • Los beneficios del sistema inalámbrico | + ATM |
| Fácil de instalar | Conmutación y transporte a alta velocidad |
| Costos iniciales bajos | Una red para todos los tipos de tráfico |
| Flexible y ampliable | Los servicios comparten el ancho de banda |
| Mantenimiento fácil | Gestión de red simple |
| | Gran durabilidad de la arquitectura |

• Acuerdo sobre el nivel de servicio

La plataforma le permite a los proveedores del servicio reservar ancho de banda para sus diferentes clientes, según los acuerdos de nivel de servicio que hayan contratado.

• Disponibilidad del servicio equivalente al de la fibra

Se combinan características como la redundancia de la estación base y los algoritmos de corrección de error con el fin de lograr un alto nivel de fiabilidad. Esto le permite al sistema ofrecer una disponibilidad de hasta 99.999%.

• Facilidad de instalación

Se pueden preconfigurar los CPE antes de la instalación con el fin de acelerar la misma.

• Utilización eficiente del espectro

El sistema ofrece la asignación dinámica del ancho de banda, lo que permite que se comparta de manera dinámica el ancho de banda en la interfaz inalámbrica para el suministro de aplicaciones, que exigen un ancho de banda por demanda, como la voz y el tráfico de Internet.

Características técnicas de «Airstar™»

- Método de acceso: TDMA
- Modulación: 4 ó 16 QAM
- Bandas de frecuencia:
 - 3,5, 10, 26 y 28 GHz con una disposición de canales dúplex por división de frecuencia (FDD);
 - se pueden desplegar frecuencias múltiples desde una misma plataforma de estación base, las que se combinan en una interfaz de red única.
- Capacidad de la estación base:
 - una estación base individual puede cubrir 40 km² a una frecuencia de entre 26 y 28 GHz, y hasta 400 km² a frecuencias de entre 3,5 y 10,5 GHz, lo que permite la comunicación con cientos o miles de posibles clientes desde una sola estación base;
 - hasta 28 Mbit/s de capacidad por cada canal de radiocomunicación;
 - desde 2 hasta 12 sectores (48 a 10 GHz);
 - una capacidad total de 384 E1 ó 1½ STM-4 con tan solo 28 MHz del espectro disponible;
 - se suministra la capacidad teniendo en cuenta la utilización media y no la utilización cresta tal y como ocurre cuando se emplea fibra, para permitir a una estación base inalámbrica configurada para un STM-1 suministrar la misma capacidad efectiva que un anillo de fibra de STM-4.
- Sistema de acceso del abonado:
 - Interfaz del usuario: líneas E1/T1, puerto 10/100BaseT, puerto serial
 - Interfaz de radiocomunicación: conector TNC de cable coaxial para transmitir y recibir señales de IF, potencia DC de radio, la señal de reloj de referencia y el canal de control de telemetría.
- Especificaciones ambientales:
 - Temperatura de operación del equipo en interiores: 0°C a +40°C
 - Temperatura de operación del equipo en exteriores: –33°C a +55°C
- Potencia:
 - Todos los componentes del sistema funcionan con una fuente de –48 VDC
- Consumo de potencia típico:
 - Sistema de acceso del abonado: 38 W (–48 VDC)
- Gestión de la red:
 - Posee un conjunto ampliable de herramientas de clase telefónica que le permite a los operadores gestionar fácilmente sus redes.

II.4.3 angel: Sistema de acceso inalámbrico fijo de banda ancha que no requiere visibilidad directa

angel™ es un sistema de acceso inalámbrico fijo punto a multipunto concebido especialmente para usuarios residenciales, SOHO y pequeñas y medianas empresas (PYME) en zonas urbanas, suburbanas y rurales.

Es la primera y única solución de red de acceso probada en el terreno que utiliza la tecnología de multiplexión por división ortogonal de frecuencia (OFDM) sin visibilidad directa (NLOS, *non-line-of-sight*), para proporcionar servicios de voz de clase telefónica y datos hasta 1 Mbit/s por abonado en una sola plataforma.

Por lo tanto, habrá una evolución natural hacia WiMax utilizando también la tecnología NLOS-OFDM.

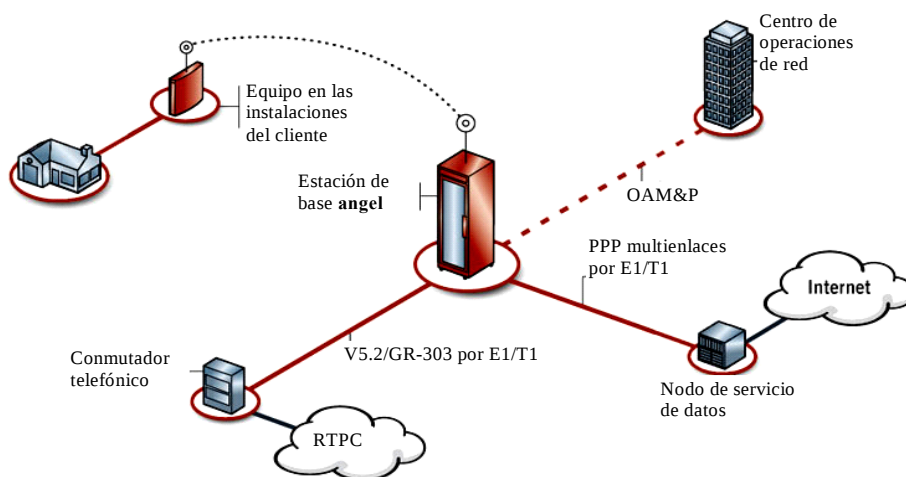
En Estados Unidos, así como en el resto del mundo, hay actualmente en servicio más de 100 000 líneas de abonado conectadas a más de 500 estaciones de base.

La tecnología NLOS, que funciona en las bandas de frecuencias de 2,3 y 3,5 GHz permite prever hasta 95% de la cobertura y penetración en una célula determinada, al tiempo que, gracias al OFDM, las configuraciones pueden ir de células de 1 a 30 km de radio, lo cual reduce los gastos de explotación e instalación.

Arquitectura

La Figura 20 representa un ejemplo de la arquitectura de Angel.

Figura 20 – Arquitectura Angel



Principales características y ventajas

- **Tecnología sin visibilidad directa para potenciar al máximo la cobertura y los ingresos**

La tecnología OFDM permite prever el 95% de la cobertura de *angel* en una célula determinada, lo cual garantiza unas elevadas tasas de éxito de las instalaciones y permite controlar los gastos de instalación. Gracias a esta tecnología NLOS, no es necesaria una visibilidad directa sin obstáculos de la antena de base. Se puede prestar servicio a más clientes y no es necesaria una alineación precisa de la antena del equipo en las instalaciones del cliente con la antena de base. No se necesitan tampoco antenas de estación de base altas, lo cual permite realizar instalaciones en mercados cuyas leyes de urbanismo limitan la altura de las torres.

- **Alta eficacia espectral**

La eficacia espectral neta del sistema es de 3,4 bit/s/Hz. Para la máxima eficacia espectral, el sistema adapta su modulación a las condiciones de canal que soporta. El caudal máximo suele estar disponible incluso en el borde de la célula, lo cual permitirá al sistema ofrecer altas velocidades de datos en canales de 1 MHz más pequeños. Como las frecuencias pueden reutilizarse en células adyacentes, los operadores pueden instalar centenares de estaciones de base en una ciudad o región utilizando solamente 4 MHz de espectro.

- **Servicios flexibles**

El sistema permite a los operadores mejorar notablemente sus ingresos, ya que pueden ofrecer diversos servicios de voz y de datos de banda ancha a los abonados. Además de proporcionar un servicio de clase telefónica equiparable a la calidad y fiabilidad de un servicio alámbrico, el sistema soporta servicios CLASS generadores de ingresos, tales como llamada en espera, identificación de llamada, llamada tripartita y correo de voz. La conectividad de datos de banda ancha proporciona acceso Internet para múltiples dispositivos IP a partir de una sola unidad de abonado, sin repercutir en el tráfico de voz.

También ofrece soporte de datos de banda ancha para ordenadores personales y dispositivos IP, y permite a los usuarios utilizar protocolos de módem y fax normalizados para el interfuncionamiento con dispositivos heredados.

- **Niveles de grado de servicio**

Los proveedores de servicio pueden ofrecer múltiples grados de servicio (GoS) que se pueden adaptar a las necesidades de clientes residenciales, SOHO o pequeñas empresas. El canal de datos se puede subdividir en hasta cuatro subcanales llamados «grados de servicio». Cada grado de servicio utiliza una parte del canal disponible y se puede adaptar a las dimensiones elegidas por el operador. Se proporciona a cada abonado una velocidad de datos máxima (como, por ejemplo, 64 kbit/s o 128 kbit/s, hasta 1 Mbit/s), y se le asigna uno de los grados. Así pues, grados de servicio rígidos y simples permiten a los operadores desarrollar fácilmente «productos» de datos que pueden estar destinados a determinados segmentos de su cartera de clientes. Por ejemplo, un canal puede dividirse entre «productos» para abonados comerciales y residenciales.

- **V90 por IP de datos**

Gracias a una arquitectura MAC única y la codificación de voz, el sistema puede transmitir tráfico módem por la porción de datos de paquetes del canal inalámbrico. Si bien las soluciones módem tradicionales utilizan un valioso ancho de banda incluso durante los periodos de inactividad, la solución **angel**TM libera ese ancho de banda para otros abonados módem y de datos. El volumen de ancho de banda utilizado por una llamada de voz y un módem es prácticamente idéntico. Esto significa que la capacidad de voz del enlace inalámbrico permanece constante, sea cual sea la utilización del módem. La capacidad constante es fundamental para la prestación de un servicio de voz fiable.

Características técnicas

- Método de acceso:
 - OFDM proporciona el caudal máximo a la mayor distancia, mejora la eficacia espectral y la resistencia a los trayectos múltiples, y gracias a NLOS permite predecir el 95% de la cobertura en una célula determinada.
- Modulación: 64-, 16-, 8-QAM, y QPSK:
 - Modulación adaptativa para ajustar la modulación de la señal, dependiendo de la relación señal/ruido, y evitar el desvanecimiento a fin de aprovechar al máximo el caudal y la calidad de la señal.
 - El canal de acceso a red (NAC/HCC) siempre está modulado QPSK para fines de robustez.
 - Las llamadas de voz se suelen modular en 64-QAM y se rebaja a una modulación de orden inferior si es necesario durante la llamada.
 - El tráfico de datos suele estar modulado en 64-QAM y en caso necesario la modulación se adapta intervalo por intervalo y enlace por enlace.
- Bandas de frecuencias:
 - 2,3 y 3,5 GHz con canal dúplex por división de frecuencia (FDD) de 1 MHz para cada dirección de enlace.

- Capacidad de estación de base:
 - Más de 3 600 líneas de voz o hasta 12 Mbit/s de datos por estación de base utilizando únicamente un solo par de bloques de frecuencias de 4 MHz.
 - Hasta 4 sectores con radios de célula de hasta 30 Km.
 - Los canales se pueden configurar para soportar redes principalmente de voz, principalmente de datos o de voz y datos combinados.
- Equipo en las instalaciones del cliente (CPE):
 - Instalación sin visibilidad directa entre estación de base y CPE.
 - Velocidad de datos:
 - Velocidades de datos simétrica de más de 3 Mbit/s (combinada).
 - Hasta 1 Mbit/s descendente, 256 kbit/s ascendente por equipo en las instalaciones del cliente.
 - Interfaz de datos Ethernet.
 - Capacidad de voz:
 - 1 a 6 líneas telefónicas por CPE.
 - 312 llamadas activas por estación de base.
 - Servicios fax, V.90, CLASS, tono de marcación de la central V5.2.
 - Acceso IP: hasta 5 direcciones IP por CPE.
 - Batería de reserva.
- Consumo de potencia: con todas las líneas activas:
 - Estación base: 2 000 W, 176-264 VAC o –48 VDC.
 - Terminal integrado del abonado (SSU 4000): 25W, 85-264 VAC o 176-264 VAC.
- Especificaciones ambientales:
 - Temperatura de operación del equipo en interiores: –5°C a más 50°C (estación base ABS 3000).
 - Temperatura del equipo operando en exteriores: –40°C a +60°C (una sola unidad de abonado).
- Gestión de red:
 - Una serie de herramientas adaptables de clase telefónica que permite a los operadores administrar fácilmente su red de acceso fijo inalámbrico.

II.4.4 **SR 500-ip: Sistema de acceso inalámbrico fijo de banda ancha para zonas distantes**

Breve descripción del sistema SR 500-ip

El sistema **SR 500-ip** es un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha de gran capacidad para operadores y proveedores de servicio que prestan servicio en zonas rurales y apartadas. Se trata del primer sistema de microondas punto a multipunto que combina económicamente una capacidad telefónica muy adaptable con acceso Internet de banda ancha. Con **SR 500-ip**, los proveedores de servicio pueden mejorar sus redes rurales para ofrecer servicios modernos tales como la ADSL a 1,5 Mbit/s, al tiempo que ahorran los escasos recursos del espectro mediante un tratamiento eficaz del tráfico telefónico. **SR 500-ip** materializa el acceso de banda ancha en zonas de baja densidad telefónica y permite a los proveedores de servicio cumplir con las iniciativas de acceso universal por el costo más bajo posible. Con su capacidad ADSL, es la solución ideal para llevar servicios telefónicos y de Internet de banda ancha a las comunidades rurales. También puede complementar o sustituir las redes de acceso heredadas a fin de añadir capacidad o proporcionar acceso Internet de banda ancha.

Arquitectura

Como se trata de un sistema de acceso de microondas PMP por paquetes con capacidad de repetidor de red, se puede configurar en topologías de red en estrella, ramificadas o lineales (véase la Figura 19).

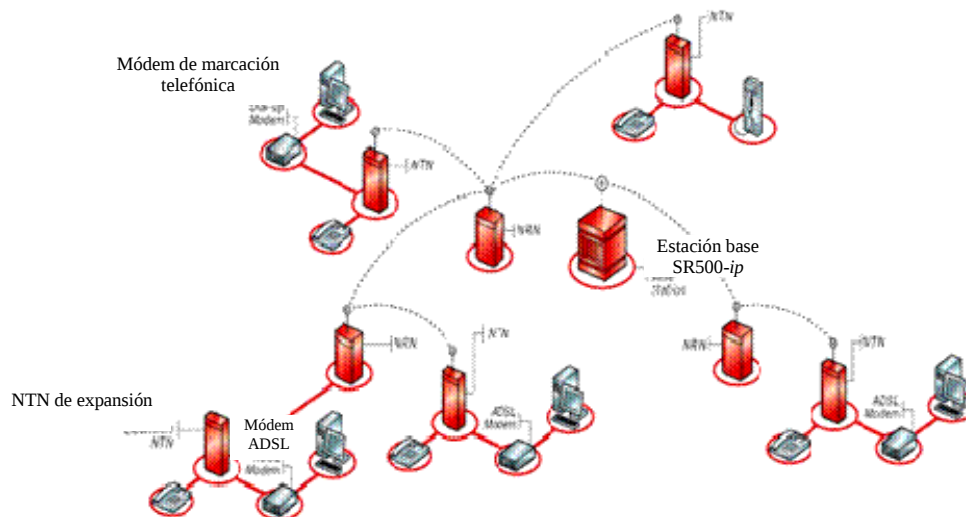
La estación de base (BS, *base station*) proporciona las interfaces de red para conectar a la red central y comunica con todos los nodos radioeléctricos remotos. Las interfaces de red son PPP por Ethernet para servicios Internet y V5.2 por E1 para servicios en banda vocal. La estación de base puede admitir hasta 2 enlaces inalámbricos a 4 Mbit/s para un ancho de banda total del sistema de 8 Mbit/s.

El nodo de terminación de red (NTN, *network termination node*) proporciona las interfaces de abonado. El NTN es una unidad multilínea y multiservicio en exteriores que presta servicio a un gran número de abonados a través de bucles de cobre. Los abonados se conectan a la red a través de un equipo de dos hilos, incluidos módems ADSL, aparatos telefónicos normales o de pago, así como módems V90 y faxes. La capacidad del abonado se puede aumentar utilizando una caja de extensión conectada directamente por cable al NTN principal.

El nodo repetidor de red (NRN, *network repeater node*) es una unidad de exteriores que se utiliza cuando la línea de visibilidad directa entre la estación de base **SR 500-ip** y el NTN está obstaculizada por terreno accidentado, construcciones o la distancia. El NRN también puede proporcionar servicios de abonado mediante la utilización de una caja de expansión.

El sistema es administrado centralmente por el NMS, que se ocupa de todo lo relacionado con explotación, administración, mantenimiento y abastecimiento, y soporta las telecargas de programas por enlace inalámbrico.

Figura 21 – Arquitectura de SR 500-ip



Principales características y ventajas

- **Amplia zona de cobertura**

El sistema ofrece enlaces de microondas de largo alcance y repetidores de red para garantizar la cobertura en zonas de difícil acceso repartidas en centenares de kilómetros.

- **Acceso IP de banda ancha**

El sistema permite a los proveedores de servicio cumplir con los mandatos de acceso Internet universal y promover el desarrollo en las comunidades rurales.

- **Servicios avanzados**

Con soporte CLASS completo, transparencia al tráfico fax y módem V90, y soporte de teléfonos de pago, el sistema permite a los proveedores de servicio aprovechar al máximo los ingresos generados por el servicio telefónico. Interfaces de marcación directa y ADSL flexibles ofrecen a los proveedores de servicio varias soluciones Internet de alta velocidad.

- **Posibilidades de evolución**

El sistema, que se basa en una arquitectura de conmutación por paquetes, es una solución a largo plazo para servicios basados en el IP y reduce los riesgos técnicos y financieros de los operadores. Con este sistema, los proveedores de servicio tendrán acceso a futuros servicios de abonado basados en IP al tiempo que mantienen la estabilidad de la red.

- **Costo reducido**

El sistema ofrece una gran capacidad y posibilidades de adaptación lineales, que redundan en una disminución de los costos de equipo y soporte. Las interfaces normalizadas facilitan la integración de la red, al tiempo que las mínimas exigencias de infraestructura reducen los costos de capital. Además, el **SR 500-ip** está administrado centralmente por un sistema de gestión de red incorporado a fin de potenciar al máximo la productividad del personal y reducir los viajes a ubicaciones apartadas.

- **Gran disponibilidad y fiabilidad demostrada**

El **SR 500-ip** se basa en la tecnología de **SR 500**, el sistema de acceso inalámbrico rural más utilizado en el mundo. Una calidad de funcionamiento fiable durante el servicio garantiza la satisfacción del abonado y protege las fuentes de ingresos, además de reducir los gastos de mantenimiento.

Características técnicas

- Generalidades

– Capacidad:	hasta 2 enlaces inalámbricos/8 Mbit/s por estación de base
– Bandas de frecuencias:	1,5, 2,5, 3,5, 10,5 GHz
– Método de acceso:	TDMA
– Técnica dúplex:	FDD
– Interfaz RTPC V5.2:	Conforme a la Recomendación UIT-T G.965
– Interfaz IP:	PPPoE por 10Base-T

- Servicios y capacidad NTN

– Voz:	VF a 2 hilos	48 líneas
– Teléfono de pago:	Todos los servicios a 2 hilos normalizados y de pago previo (12 ó 16 kHz)	48 líneas
– Internet de marcación directa:	Soporte módem V90 (hasta 56 kbit/s)	48 líneas
– Internet de banda ancha:	ADSL a 2 hilos, siempre conectado, ancho de banda a la carta	5 líneas.

- Potencia

– Estación de base:	–48 VDC
– Nodo repetidor de red:	–48 VDC
– Nodo de terminación de red:	–48 VDC o 120/240 VAC (+/-12 VDC optativo)

- Consumo de potencia:
 - Estación base de radiocomunicaciones: 110 W (DC promedio por sector 1,5 GHz, 30 dBm, todas las troncales ocupadas)
 - Repetidor de la red: 59 W (DC promedio a 1,5 GHz, 30 dBm, 25% de la carga de tráfico)
 - Nodo terminal: 43 W (DC promedio a 1,5 GHz, 30 dBm, 10% de carga de tráfico)
- Especificaciones ambientales:
 - Temperatura de operación en interiores de la estación base de radiocomunicaciones: 0°C a +45°C con enfriamiento.
 - Temperatura de operación en exteriores de los repetidores y nodos terminales: –40°C a + 55°C.
- Cumplimiento de normas:
 - Ethernet: IEE 802.3, 10Base-T
 - V5.2 RTPC: UIT-T G.965
 - Voz: UIT-T G.711(Codificación de voz MIC), codificación en ley A y ley μ de voz ADPCM a 32 kbit/s de la Recomendación G.726, supresión de eco de la Recomendación G.165
 - ADSL: UIT-T G.992.2
 - Seguridad: CEI 60950
 - EMI/EMC: ETSI EN 300 385
 - Medio ambiente: ETSI EN 300 019

Conclusión de la sección de tecnología

La similaridad de los servicios y aplicaciones de sistemas diferentes es beneficiosa para los usuarios, y ello ha estimulado la tendencia actual hacia la convergencia. Además, una experiencia general similar de los usuarios con diversos sistemas conduce a la adopción en gran escala de productos, servicios, aplicaciones y contenidos comunes y a una mayor facilidad y eficacia de uso. No obstante, esa convergencia no debe obstaculizar las posibilidades de competencia en la innovación. El acceso a un servicio o aplicación puede llevarse a cabo a través de un sistema o con ayuda de varios sistemas simultáneamente (por ejemplo, un canal de radiodifusión digital y un canal de retorno que utiliza IMT-2000).

La creciente importancia de las aplicaciones basadas en el IP es un factor fundamental de esta convergencia y facilita el establecimiento de relaciones entre plataformas que hasta entonces eran separadas. La forma que adopten esas relaciones dependerá de las exigencias del mercado, pero podrían comprender, por ejemplo, la integración de equipos en un dispositivo, el interfuncionamiento de redes, el acceso común, la autenticación, la contabilidad, las interfaces comunes hombre-máquina, los portales, la itinerancia y la transmisión entre sistemas.

Sección III – Experiencia de los países

III.1 África

III.1.1 Instalación de un acceso inalámbrico de banda ancha en Malí (África)

Malí es un país sin salida al mar del África Subsahariana Occidental, en el cual el 80% de sus más de 11 millones de habitantes viven en zonas rurales. El país experimenta grandes cambios climáticos, ya que es muy árido y tiene una estación de lluvias muy violenta. También es muy caluroso y húmedo. El costo del ancho de banda en este país es muy elevado y las soluciones de líneas tradicionales para la prestación de Internet de alta velocidad son a menudo motivo de gastos de apoyo más elevados y clientes descontentos, ambas cosas que pueden afectar al rendimiento de la inversión. También imposibilita prácticamente la prestación de servicio Internet a clientes residenciales. Afribone Mali comenzó a instalar sistemas Canopy 5,8 GHz de Motorola en 2003 para empresas y oficinas no gubernamentales. Al adoptar la solución Canopy de Motorola, Afribone Mali SA pudo aumentar la calidad del servicio, mantener satisfechos a los clientes y limitar los problemas de radiofrecuencia de las líneas. Afribone está examinando ahora la compartición de ancho de banda con otras empresas.

III.1.2 Instalación de un acceso inalámbrico de banda ancha móvil en la República Sudafricana

Wireless Business Solutions (WBS) es una activa empresa de la República Sudafricana creada para proporcionar servicios de red móvil de datos con el fin de satisfacer las necesidades de las empresas, del gobierno y de los hogares del país. SATRA le concedió la licencia en 1997 con el fin de que esta empresa proporcionase servicios móviles nacionales de transmisión de datos y, hoy en día, es el cuarto titular de una licencia de telecomunicaciones en el país. WBS ha instalado una red inalámbrica con conmutación de paquetes entre 700 estaciones base de radiocomunicaciones punto a multipunto. Actualmente, esta red enlaza más de 8 000 estaciones, mediante las cuales WBS ha estado ofreciendo un servicio de telecomunicación de datos entre las terminales de lotería de Uthingo y el sistema anfitrión. Para conectar el tráfico desde las estaciones base con la red anfitrión se utiliza una matriz de red de muy pequeña abertura (VSAT).

Tras haber logrado reconocimiento y éxito por su labor como red principal de la Lotería Nacional y por haber ofrecido servicios de transmisión inalámbrica de datos que abarcan al 95% de toda la población del país, WBS está poniendo en marcha una red inalámbrica móvil de banda ancha para transmisión de datos utilizando tecnología iBurst (véase la sección II.2.3.3.3). Esta red pone al alcance del usuario, donde y cuando lo desee, un acceso de alta velocidad a Internet e información de ámbito empresarial. Mediante la utilización del sistema iBurst, WBS pretende liberar la red de banda ancha y las telecomunicaciones de datos al igual que la telefonía móvil liberó la telefonía de voz. WBS opera como un proveedor al por mayor de servicios de conectividad iBurst sobre la base de sus capacidades para establecer y gestionar su infraestructura, así como sobre la confianza que deposita en sus socios de la red para difundir este tipo de servicios a la comunidad. Ésta es la segunda vez que la tecnología iBurst se aplica en el mundo después del éxito de su lanzamiento en Australia por Personal Broadband Australia, a principios de 2004.

III.2 América

III.2.1 Canadá

1) *Banda ancha para un programa piloto de desarrollo destinado a zonas rurales y septentrionales*

Canadá está adoptando medidas para proporcionar acceso de banda ancha a Internet a todas las comunidades canadienses, incluidas las situadas en zonas rurales y septentrionales. El *Programa piloto banda ancha para el desarrollo rural y septentrional* tiene por objeto cumplir con este compromiso mediante asociaciones con comunidades locales, las provincias, los territorios y el sector privado.

El programa se articula alrededor de dos rondas de financiación de desarrollo del plan comercial, seguidas por dos rondas de financiación de la aplicación. El Gobierno de Canadá anunció recientemente (octubre de 2003) que se habían seleccionado en total 33 organizaciones para recibir asistencia financiera del Departamento de Industria (Industry Canada) con miras a la instalación de banda ancha o de Internet de alta capacidad en sus comunidades. Estas organizaciones, que representan, según las estimaciones, 768 comunidades indígenas, septentrionales y rurales de todo Canadá, tendrán acceso a fondos de la primera ronda de recaudación para el *Programa piloto banda ancha para el desarrollo rural y septentrional*. El plazo de presentación de planes comerciales para competir por la segunda ronda de recaudación de fondos era noviembre de 2003, y los resultados se anunciaron en abril de 2004. Los planes comerciales seleccionados para recibir fondos se basaban en los criterios siguientes: nivel de compromiso de la comunidad, evaluación de las necesidades de la comunidad, experiencia y/o capacidad en la gestión de proyectos, tecnología y aplicación, y sostenibilidad del plan comercial. Si desea más información, acuda a: www.broadband.gc.ca.

2) *Iniciativa de satélite nacional*

El Gobierno de Canadá anunció en octubre de 2003 la financiación durante un periodo de 10 años de la prestación de acceso de banda ancha a comunidades remotas por canales de satélite. Para beneficiarse del programa se identificaron originalmente unas 400 comunidades. El objetivo de la iniciativa nacional de satélite es adquirir capacidad de satélite y (posiblemente) algunas infraestructuras terrestres de satélite para proporcionar conectividad de banda ancha a distancia a comunidades rurales, remotas o aisladas. De este modo, las comunidades apartadas podrán disponer de un acceso de banda ancha por un costo comparable al de las zonas urbanas meridionales. Este programa soportará principalmente servicios de telemedicina, comercio electrónico, enseñanza a distancia y acceso a Internet y comprende dos transpondedores públicos en banda C (4-6 GHz) administrados por Industry Canada (el primero se puso en servicio en 2002 y el segundo en 2003), capacidad de transmisión por satélite en banda Ka (20-30 GHz) en el satélite ANIK-F2 (que se lanzará a mediados de 2004) como crédito de servicio a la Agencia Espacial Canadiense, y capacidad de transmisión de satélite adicional que se adquirirá en el mercado libre.

3) *Promoción de la banda ancha: El caso de Canadá*

En el marco del programa Nuevas Iniciativas del Gabinete del Secretario General de la UIT se han elaborado varios estudios de caso de telecomunicaciones. Uno de esos estudios de caso consistía en el examen de la experiencia de Canadá en la promoción de la banda ancha. El estudio, preparado por Eric Lie, Administrador de Proyecto de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, se titula «Promoción de la banda ancha: El caso de Canadá».

El Informe sobre este estudio contiene información completa sobre los antecedentes del país, un análisis de los orígenes de Internet en Canadá, la distribución de Internet y la infraestructura de banda ancha en el país, así como datos demográficos sobre la utilización de Internet y la banda ancha, el mercado de la banda ancha, el entorno normativo y las principales estrategias e iniciativas que han adoptado las comunidades y los gobiernos para promover la banda ancha. Si desea más información, acuda a: www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/canada.doc.

4) *Sistemas de acceso inalámbrico fijo en la gama 900 MHz*

En Canadá, la banda 953-960 MHz es compartida por enlaces de estudio a transmisor (STL, *studio-to-transmitter links*) y sistemas de acceso inalámbrico fijo sobre una base geográfica.

La explotación de STL se ha limitado a la banda 956-960 MHz. Con la introducción de la radiodifusión digital (DRB, *digital radio broadcasting*), se necesitaba espectro adicional para los STL en la banda 953-956 MHz, en particular en zonas urbanas en las cuales puede haber un gran número de estaciones AM, FM y quizá DRB. La instalación de esos STL no se extenderá a las zonas rurales. El espectro en esas zonas puede servir para otras aplicaciones radioeléctricas a fin de garantizar una utilización eficaz del espectro de frecuencias. A este respecto, y con miras a que todos los canadienses puedan disponer de una infraestructura de la información y basada en los conocimientos, las bandas 953-960 MHz también están destinadas a servicios radioeléctricos tales como los sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA) que podrían instalarse fuera de las zonas de intensa utilización de STL.

A fin de facilitar la compartición entre STL y FWA sobre una base geográfica, se utilizaron ciertos criterios y, en particular, el establecimiento de zonas geográficas, para dar acceso prioritario a los STL en las zonas en las cuales la utilización de los mismos podría ser más intensa. Asimismo, de manera general, la expedición de nuevas licencias STL comienza a partir del límite de frecuencia superior de la banda 953-960 MHz, mientras que la expedición de nuevas licencias FWA comienza en el límite de frecuencias inferior de la banda.

La banda 953-960 MHz se divide en 55 canales RF con espaciamento de 125 kHz entre frecuencias centrales. Para aplicaciones FWA, se necesitan como mínimo cinco canales de 125 kHz contiguos. La potencia del transmisor entregada a la entrada de la antena está limitada a 5 W por portadora RF. También se aplican características específicas de máscara de espectro y de antena de abonado FWA. Si desea más información, acuda a las direcciones:

www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf01613e.html y
www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf02144e.html.

5) *Sistemas radioeléctricos de abonado en la gama 1,4 GHz*

En muchas zonas rurales de Canadá están instalados sistemas inalámbricos fijos en las bandas 1427-1525 GHz, a fin de dar acceso a servicios de voz y datos. Estos sistemas se basan en la tecnología TDMA/FDD punto a multipunto y utilizan un ancho de banda de canal de 3,5 MHz para ofrecer una capacidad de 4 Mbits/s por equipo de estación central, y hasta 28 Mbits/s por sistema (7 estaciones centrales).

Un sistema típico está compuesto por estaciones centrales, repetidores y estaciones terminales que pueden configurarse en topología radial, ramificada o lineal, con un alcance máximo de 720 km.

Una estación central típica tiene capacidades de 400 a 600 abonados dependiendo del objetivo de grado de servicio y del tipo de servicio de datos, que puede ser de $n \times 64$ kbit/s líneas especializadas.

Algunos sistemas también tienen subsistemas integrados que funcionan en la banda de frecuencias radioeléctricas de 950 MHz.

6) *Sistemas de comunicaciones inalámbricas en las gamas 2,3 GHz y 3,5 GHz*

En Canadá se celebró a principios de 2004 una subasta de licencias de espectro en las bandas 2 300 MHz y 3 500 MHz. Se subastaron cinco licencias en cada una de 172 zonas de servicio de la mayor parte de Canadá, lo cual representó en total 848 licencias, para empresas de prestación de servicios inalámbricos innovadores tales como Internet de alta velocidad. En cada zona de servicio se expedirá una licencia WCS, es decir 15+15 MHz en la banda 2 305-2 320/2 345-2 360 MHz. Se expedirán cuatro licencias en la banda 3 475-3 650 MHz en cada zona de servicio, tres licencias de 25+25 MHz, más una licencia de solamente 25 MHz. Este proceso de concesión de licencias tenía por objeto facilitar el crecimiento de los servicios de comunicaciones inalámbricos (WCS, *wireless communications services*) en la banda 2 300 MHz y del acceso inalámbrico fijo (FWA, *fixed wireless access*) en la banda 3 500 MHz en zonas rurales y urbanas, además de facilitar la implementación de servicios nuevos e innovadores.

El equipo en estas bandas es habitualmente capaz de ofrecer velocidades de datos de 64 kbit/s a 1,5 Mbit/s o más a cada abonado. Muchos de estos productos también pueden proporcionar servicios telefónicos tradicionales. Si hay visibilidad directa entre la estación de base y la estación del abonado, estos sistemas pueden llegar a proporcionar servicio hasta 20 km o más. Algunos de estos sistemas también pueden funcionar sin línea de visibilidad directa, pero con un alcance notablemente reducido. Si desea más información, acuda a: www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf05472e.html.

7) *Sistemas de acceso alámbrico en las gamas 2,4 GHz y 5 GHz, incluidas redes radioeléctricas de área local*

Los sistemas de acceso inalámbrico instalados en las bandas 2,4 GHz y 5 GHz (5 250-5 350 MHz, o 5 470-5 825 MHz) se utilizan cada vez más en zonas urbanas para conexiones de red de área local, así como aplicaciones de punto de acceso inalámbrico. Estos sistemas también se utilizan en zonas rurales. Por ejemplo, en la banda 5 725-5 825 MHz, algunas empresas instalan sistemas punto a punto o punto a multipunto en zonas rurales de Canadá con p.i.r.e. de hasta 4 W (de acuerdo con la normativa técnica nacional de Canadá).

En otros casos, las empresas aprovechan la utilización de tecnologías de 2,4 GHz y 5 GHz para crear una red completa que tiene el alcance de transmisión necesario para llegar a algunas de las comunidades rurales. En particular, en un caso, se utilizan sistema de 2,4 GHz como conexión del último kilómetro a hogares y oficinas, mientras que los puntos de acceso están interconectados con la tecnología IEEE 802.11a a 5 GHz. Los enlaces de tránsito a 5 GHz forman parte de la red en malla inalámbrica autoconfigurable. De este modo puede instalarse rápidamente una red de retroceso inalámbrica con una mayor fiabilidad y por costos de infraestructura limitados.

8) *Actividades de investigación y desarrollo en Canadá*

Con miras a ayudar al Gobierno de Canadá a conectar a los canadienses, el Communications Research Centre (CRC), organismos de Industry Canada, creó un programa de investigación y desarrollo llamado «Rural and Remote Broadband Access (RRBA)». Este programa comenzó en abril de 2002 y continuará hasta marzo de 2007 y consiste en realizar actividades innovadoras de investigación y desarrollo sobre tecnologías y sistemas que facilitarán el acceso rural y remoto a servicios interactivos multimedios de banda ancha.

El programa RRBA trata sobre todo de hallar soluciones tecnológicas en materia de comunicaciones por satélite, comunicaciones inalámbricas terrenales, fibras ópticas, etc., que podrán llevar servicios de banda ancha rentables a zonas rurales y apartadas especialmente en las situaciones que revisten escaso interés actualmente para el sector privado, a causa de su posible falta de rentabilidad. Se desarrollarán sistemas y subsistemas de prueba con la participación de asociados de los sectores público y privado a fin de demostrar la viabilidad y las ventajas del acceso en banda ancha en zonas rurales y remotas. También se llevarán a cabo demostraciones colectivas de aplicaciones de banda ancha. La participación en actividades de normalización internacionales tendrá por objeto reducir los costos de los equipos de banda ancha gracias a la elaboración de normas de explotación armonizadas y a la fabricación industrial.

Se han identificado varios puntos críticos del programa: se trata de los costos de equipo, su flexibilidad, el alcance, la disponibilidad de espectro y la interferencia, la normalización y los mercados internacionales potenciales, con la consiguiente necesidad de soportar diversos proyectos de investigación y desarrollo que tratan de lo siguiente:

- Tecnologías inalámbricas terrenales tales como WiFi, WiMax y otras tecnologías similares de transporte y acceso del «último kilómetro».
- Acceso de banda ancha inalámbrico que utiliza frecuencias por debajo de 1 GHz para una mayor difusión en zonas rurales y remotas debido a sus mejores características de propagación.

- Tecnologías de transmisión de radiodifusión tales como la utilización de DTV y un canal de retorno inalámbrico adecuado para acceso de banda ancha.
- Tecnologías de acceso en banda ancha por satélite, especialmente relacionadas con terminales en banda Ka (20-30 GHz) bidireccionales de bajo costo.
- Otras tecnologías de banda ancha tales como la distribución de señales RF por fibra óptica y aplicación de radiocomunicaciones definidas por programa a terminales de acceso de banda ancha flexibles.

En el sitio web del programa, www.crc.ca/broadband, figuran más detalles.

9) *Nemiah Valley, British Columbia (Canadá)*⁷⁰

La reserva india del parque natural de Nemiah (Nemiah Aboriginal Wilderness Reserve) que se encuentra en el valle aislado de Nemiah, rodeado de montañas, en la Columbia Británica Central, (Canadá), es la tierra natal de la comunidad indígena nativa de origen americano Xeni Gwet'in (que se pronuncia «Auni Guati-in»). Dentro de la reserva, el gobierno comunitario prohíbe la construcción de carreteras pavimentadas, la instalación de electricidad y líneas telefónicas, y la tala de árboles con fines comerciales. Para reemplazar el único enlace radiotelefónico de banda estrecha con que contaba el gobierno comunitario y los residentes, hace dos años los Gobiernos de Canadá y de la Columbia Británica financiaron conjuntamente la instalación para asegurar el acceso a Internet inalámbrico de velocidad media (incluido el enlace de conexión/la red de retroceso) a los establecimientos médicos, las escuelas, la comunidad y la oficina de turismo (www.xnigwetin.com), así como a varios grupos de residencias. Telus Communications instaló por helicóptero un equipo inalámbrico de banda ancha alimentado por energía solar y batería que incluía un enlace de conexión/red de retroceso de 65 km a 3,5 GHz y cuatro enlaces de acceso fijo punto a multipunto multisector «WL500» a 950 MHz Mbit/s. El gobierno y muchos residentes disfrutaban ahora de los servicios Internet además de los servicios de fax y de voz multicanales. El operador móvil Telus Communications anunció recientemente una suma suplementaria de 20 millones USD para llevar al 90% de las comunidades canadienses comunicaciones de datos y vocales móviles a alta velocidad⁷¹.

10) *Wi-Fi en Ontario (Canadá)*⁷²

En las zonas rurales y remotas donde la densidad demográfica no permite la distribución rentable de banda ancha inalámbrica, se están utilizando soluciones inalámbricas poco costosas para crear redes de acceso de banda ancha suficientemente desarrolladas a fin de que puedan obtenerse las sumas necesarias para asegurar su viabilidad. Por su crecimiento gradual y porque es portátil y fácil de instalar, la tecnología inalámbrica fija es la que prefieren un cierto número de comunidades, como las de Leeds y Grenville Country, South Dundas y Simcoe County en Ontario, para llevar a cabo sus iniciativas.

Aunque aún se encuentran en un estado incipiente de puesta en marcha, las soluciones concertadas basadas en la tecnología «Wi-Fi» representan una posible solución para lograr acceso a la red a alta velocidad a bajo costo. En numerosas ciudades de Canadá se han creado 44 cooperativas informales que comparten el acceso a Internet, establecidas en sitios web, en las cuales se intercambia y suministra información sobre la participación en esas cooperativas. Como ejemplo de esas cooperativas puede citarse el proyecto inalámbrico Waterloo, cuyos usuarios han logrado crear una conectividad ininterrumpida a través de un reagrupamiento denso de nodos, o «puntos de acceso», y el proyecto inalámbrico BC que, junto con los planos de nodos habituales y las instrucciones de autoinstalación, han mostrado su interés por la utilización de antenas de alta ganancia para crear enlaces punto a punto entre las ciudades que podrían reagrupar las redes comunitarias en un sistema interconectado 45. Los esfuerzos que se hacen actualmente en Canadá para ampliar las conexiones Wi-Fi a una distancia de 10 km, e incluso 20 km, punto a punto indican la posible ampliación de

⁷⁰ Loi, Linda and Kreig, Andrew, «*International Wireless Broadband Success Stories*», WCAI, julio de 2003.

⁷¹ «*TELUS Mobility's Heartland Expansion brings digital wireless phone and data service to small and remote communities in British Columbia*», Canada English Newswire, 16 de julio de 2003.

⁷² UIT/SPU, Reynolds, Tad, «*Promoting Broadband*», Background Paper, 2003. www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromotingBroadband.pdf.

la Wi-Fi como otro medio para los habitantes de las comunidades alejadas de contribuir a la demanda y compartir la conectividad de la red troncal. El CRC también está estudiando la extensión del alcance de la tecnología «Wi-Fi» a una disposición punto a multipunto. Una posibilidad interesante consiste en rebajar la transmisión «Wi-Fi» a frecuencias inferiores en la gama de ondas decimétricas para aprovechar las mejores características de propagación de radiofrecuencias (véase el punto 8).

Conclusión

Canadá está llevando a cabo varios programas e iniciativas para proporcionar conexiones de banda ancha inalámbricas a canadienses en comunidades rurales y remotas. Los programas públicos tales como el *Programa piloto Broadband for Rural and Northern Development* y la *National Satellite Initiative* son sólo dos de los numerosos programas que Canadá ha iniciado para promover las conexiones de banda ancha en comunidades rurales. Se están utilizando actualmente en Canadá varias bandas de frecuencias para transmisiones de banda ancha a zonas rurales, en particular las bandas de 900 MHz, 1,4 GHz, 2,3 GHz, 2,4 GHz, 3,5 GHz y 5 GHz. No obstante, varias cuestiones tales como el costo, el clima y la propagación (la necesidad de utilizar espectro con características de propagación más adecuadas a las zonas rurales) pueden plantear dificultades para el desarrollo de sistemas en zonas rurales.

III.2.2 Ecuador

Red empresarial punto a punto inalámbrica de banda ancha, Banco del Pichincha, zona de Machala (Ecuador).

El Banco del Pichincha, la entidad bancaria más grande de Ecuador, tiene 200 sucursales repartidas en todo el país. Para interconectar sus oficinas, se ha instalado una amplia red privada con numerosos enlaces inalámbricos, cada uno de los cuales, según las disposiciones del banco, debe funcionar los 365 días del año, 24 horas por día, con una fiabilidad de al menos 99,96%. Para muchos enlaces importantes, el banco ha instalado enlaces inalámbricos de banda ancha «VIP 110-24» suministrados por una red Wi-LAN. Estos enlaces inalámbricos, implantados en 2001, en la actualidad han dado muestras de una fiabilidad superior a la estipulada. El producto VIP 110-24 incorpora encaminadores denominados «punto a multipunto» o encaminadores «VINE», que han ofrecido al Banco del Pichincha la posibilidad de adoptar un método de instalación por el cual todo punto extremo o nodo repetidor ya existente en la red puede convertirse en el centro de uno o varios ramales punto a multipunto. Este método reduce los costos iniciales en vista de la evolución de la red.

III.2.3 México

Acceso inalámbrico fijo, Ciudad de México (México).

La ciudad de México, que cuenta con 20 millones de habitantes, es uno de los mercados urbanos más densos y grandes del mundo. La mayor parte de la zona metropolitana no cuenta con un acceso fácil y rápido a Internet (Mbit/s). La empresa MVS Comunicaciones, que durante muchos años ha sido el proveedor principal de programas de televisión en toda la zona metropolitana y el país, está suministrando acceso a Internet inalámbrico fijo a alta velocidad en aproximadamente 630 km² de la ciudad, atendiendo así a casi 10 millones de habitantes de la capital, incluido el distrito comercial central. En la ciudad de México, muchos clientes potenciales viven entre rascacielos o montañas muy altas y otros en edificios situados detrás de abundante vegetación, debido a lo cual no se encuentran en la línea de visibilidad directa de las estaciones de base existentes o futuras. Por consiguiente, MVS trató de encontrar una tecnología inalámbrica NLOS que fuera eficaz en terrenos difíciles e instaló un equipo inalámbrico NLOS de banda ancha que funciona en la banda MMDS entre 2,5 y 2,686 GHz. Es probable que en los próximos meses la red MVS de la ciudad de México se convierta en la red NLOS más grande del mundo.

III.2.4 Perú

«UTILIZACIÓN DE SISTEMAS VSAT PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN ZONAS RURALES DE PERÚ»

Introducción

En agosto de 1998, los principios rectores de la apertura del mercado de telecomunicaciones de Perú fueron aprobados por Decreto Supremo N.º 20-98-MTC, en el cual se definía el acceso universal como un conjunto de servicios de telecomunicaciones indispensables para favorecer el desarrollo y la integración de las zonas más apartadas de Perú.

Además, en relación con el acceso universal, se definieron los objetivos siguientes hasta el año 2003:

- Instalación en 5 000 aldeas rurales que no disponían de sendos teléfonos públicos que les permitirán transmitir comunicaciones telefónicas, fax y de datos a baja velocidad, además de llamar gratuitamente a centros de socorro.
- La instalación de acceso a Internet en 500 capitales de distritos rurales⁷³ que formaban parte de las 5 000 aldeas mencionadas.

El organismo encargado de la supervisión de las inversiones privadas en las telecomunicaciones (OSIPTEL), a través del fondo de inversión en las telecomunicaciones (FITEL), elaboró una serie de proyectos conforme a los citados principios, con miras a proporcionar servicios de telefonía fija a través de teléfonos públicos y el acceso a Internet en las capitales de distrito.

FITEL convocó una licitación internacional para la cual los ofertantes se comprometieron a supervisar: i) la instalación, ii) la explotación y iii) el mantenimiento de servicios específicos utilizando la tecnología más eficaz, con miras a respetar el pliego de condiciones.

Perú tiene la particularidad de tener una orografía muy accidentada. Los operadores rurales encargados de seleccionar la tecnología más adecuada para cumplir con el pliego de condiciones lo tuvieron en cuenta. Finalmente, eligieron la tecnología de satélite mediante la instalación de redes VSAT.

En el presente documento se da una visión general de la instalación de redes VSAT por FITEL en Perú.

Descripción de la red VSAT

La red de satélite VSAT instalada en las zonas rurales de Perú funcionan en la banda 10-20 GHz, con un enlace ascendente de 11,7 a 12,2 GHz y un enlace descendente de 14 a 14,5 GHz, y utiliza un satélite PAS-1R.

La red VSAT está configurada en estrella con múltiples estaciones remotas que comunican a través de una estación central con un sistema de acceso FDMA/TDMA DAMA.

La velocidad de transmisión actual de datos alcanza 256 kbit/s para la portadora de la estación central a las estaciones remotas (enlace ascendente – de salida) con modulación QPSK, y 38,4 kbit/s para la portadora de las estaciones remotas a la central (enlace descendente – entrante), con una modulación MSK. Además, la red tiene un acceso LAN Ethernet que puede alcanzar velocidades de hasta 10 Mbit/s.

⁷³ Según la definición del Instituto Nacional de Estadísticas y de Informática, el distrito es la división territorial más pequeña del país. Suele subdividirse en zonas urbanas y rurales.

Operadores rurales

A raíz de las licitaciones internacionales, la ejecución de los subproyectos se encomendó a dos operadores: Gilat To Home Peru S.A. (antiguamente Global Village Telecom) y Rural Telecom. S.A.C. En el Cuadro 2 se indica la distribución de subproyectos entre los operadores rurales.

III.2.5 Estados Unidos

1) *Proyecto comunitario rural de la fibra hasta el hogar, Grant County (Washington) EE.UU.*⁷⁸

El Grant County Public Utility District (GCPUD) está instalando una infraestructura de fibra hasta el hogar (FTTH) en una comunidad rural del Estado de Washington. De acuerdo con el GCPUD, dicha infraestructura presta asistencia a las pequeñas empresas, los establecimientos educativos, los consultorios médicos y otras instituciones donde la oferta de otros servicios de telecomunicaciones tiene una capacidad limitada. En marzo de 2000, el Estado de Washington aprobó una ley que autoriza a las entidades públicas a instalar redes de fibra óptica. A finales de marzo de 2003, se instalaron más de 10 000 m, y más de 9 200 hogares se conectaron a esta infraestructura de fibra óptica en el Grant County. A finales de marzo de 2003, el GCPUD tenía una tasa de penetración del 43% y alrededor de 4 000 abonados. Aproximadamente el 100% de los hogares tiene acceso a Internet y, además, 19 proveedores de servicios Internet, dos empresas de distribución vídeo, una compañía telefónica y una empresa de seguridad están ofreciendo servicios de voz, vídeo y datos a alta velocidad. La implantación de esta infraestructura de banda ancha ha incidido considerablemente en la economía.

- Se han creado más de 100 nuevos puestos de trabajo y se han obtenido 9 millones de dólares de beneficios para la región.
- El 25% de las personas con acceso ha comprado un nuevo computador o un equipo conexo, el 72% ha comprado bienes o servicios en línea y el 62% estima que el acceso a la banda ancha mejora la calidad de la educación de sus hijos.
- La videoconferencia permitió a una planta química local reducir los viajes realizados por sus directivos a Suecia, que pasaron de un viaje al mes a dos al año.
- Ciertos establecimientos, como las estaciones de servicio, han disminuido el tiempo de procesamiento de las tarjetas de crédito.
- Los agricultores utilizan estos servicios para efectuar el seguimiento de los precios de mercado de sus productos y llevar a cabo investigaciones sobre la cría de ganado y los cultivos.
- Las escuelas del condado están utilizando la conexión FTTH para la educación a distancia, la distribución de programas, así como para las informaciones sobre ayudas financieras y asesoramiento.
- Los servicios sanitarios transmiten más información médica a doctores y pacientes en menos tiempo.
- El GCPUD estimó además que por cada 300 nuevos empleados que lleguen a la región atraídos por la implantación de las redes FTTH se obtendrían 72 millones USD para la economía local gracias al efecto multiplicador de los gastos de consumo.

⁷⁸ Donna Keegan. «Great Needs: Fiber-to-the-home drives development in Grant County, Wash.», Opastco Roundtable, julio/agosto de 2002. p. 50-51.

*Servicio de banda ancha por satélite a alta velocidad para la medicina, Columbia, Carolina del Sur (Estados Unidos)*⁷⁹

El 1 de julio de 2002, Hughes Network Systems, Inc. (HNS), el Instituto de Tecnología avanzada (ATI) y la Clínica Oftalmológica de Columbia lanzaron un servicio de banda ancha por satélite a alta velocidad que permite la comunicación entre los profesionales de la medicina en la Clínica Oftalmológica de Columbia con los pacientes del Centro Asistencial Comunitario Beaufort-Jasper-Hampton de Ridgeland, Carolina del Sur. El servicio permite a los especialistas efectuar un examen oftalmológico en pacientes con síntomas de retinopatía diabética que se encuentran a más de 160 km de distancia. En los próximos años, tienen planeado examinar a pacientes de otros lugares de Carolina del Sur y luego realizar estos exámenes a personas con glaucoma y otras enfermedades que afectan al segmento anterior del ojo. El acceso a la banda ancha facilitará la recolección de datos epidemiológicos y ayudará en la educación del paciente.

2) Red municipal de fibra óptica, Kutztown, Pennsylvania (Estados Unidos)⁸⁰

La ciudad de Kutztown, Pennsylvania, construyó la primera red municipal de fibra óptica del Estado. Se trata de un proyecto que tuvo un costo de 4,6 millones USD que la ciudad comenzó a elaborar en 2001. La red está abierta a la competencia para el acceso a Internet a alta velocidad y para los servicios telefónicos y de televisión por cable en Kutztown, una de las pocas ciudades de Estados Unidos cuyos hogares y empresas están conectados por fibra. La red permite alcanzar velocidades de hasta 100 megabytes por segundo y ofrece a los residentes la posibilidad de vigilar la seguridad de sus hogares, pagar las facturas de agua y alcantarillado, y controlar la cantidad de electricidad que utilizan. Los encargados de la gestión de esta red prevén también prestar servicios de vídeo y música a la carta, enseñanza a distancia y telemedicina, mediante la nueva red de fibra óptica. Además, la red proporcionará a las plantas eléctricas de Kutztown la capacidad de localizar automáticamente los apagones y las fallas en los equipos. Asimismo, permitirá utilizar tecnología automatizada para la lectura de los contadores, lo cual evitará las verificaciones manuales de miles de contadores eléctricos que se efectúan cada mes en el municipio y que insumen tiempo.

3) Programa de banda ancha inalámbrica punto a punto en Turtle Mountain & Fort Berthold, ND & Fort Peck, MT (Estados Unidos)⁸¹

Muy pocas reservas indias en los Estados Unidos disponen de un acceso rápido a Internet (Mbit/s). Para acelerar esta disponibilidad, la Fundación Científica Nacional de Estados Unidos, a través de su filial EDUCAUSE (www.educause.edu) y del proyecto AN-MSI (www.an-msi.org), ha financiado recientemente la instalación del acceso rápido inalámbrico a Internet en las universidades de varias reservas con los enlaces de red/red de retroceso necesarios. En el marco del proyecto AN-MSI, a cargo del Director General del Dandin Group, Sr. Dewayne Hendricks, se instalaron en tres de ellas, Fort Peck Community College (MT), Fort Berthold Community College (ND) y Turtle Mountain Community College (ND), equipos inalámbricos de banda ancha «Canopy» en la banda U-NII (5 GHz) ofrecidos por Motorola, con enlaces de conexión/de retroceso a 20 Mbit/s y enlaces de acceso a 10 Mbit/s. Cada red se ampliará próximamente a más sitios de la comunidad, y tal vez más tarde a los hogares.

⁷⁹ «Healthcare Groups and Broadband Satellite Provider Collaborate to Help Save Eyesight in Rural South Carolina», comunicado de prensa HNS, 1 de julio de 2002.

⁸⁰ «Wired in Kutztown – Municipality sells Internet, cable TV and phone service through its own lines», Christian Berg, The Morning Call (en línea), 4 de agosto de 2002.

⁸¹ Autorización de Motorola y Linda Loi, WCAI.

4) *Ejemplo de instalación de sistema inalámbrico de banda ancha fijo en Estados Unidos*

La ciudad de Forth Wayne es la segunda más grande del Estado de Indiana. El gobierno local y el sector privado de esa ciudad llegaron a la conclusión de que la región debía ser capaz de ofrecer a los residentes y empresas de la zona metropolitana acceso a servicios de banda ancha de alta velocidad por un costo razonable, ya que era esencial para el desarrollo económico. Se consideró que la instalación generalizada de la banda ancha ofrecería servicios muy útiles a las empresas y a los consumidores, estimularía la actividad económica, mejoraría la productividad local y también la educación.

Esto se llevó a cabo a través del Indiana Data Center. La tecnología instalada debía cumplir los criterios siguientes: 1) Ninguna financiación pública, pero utilización de instalaciones públicas; 2) estructura digital; 3) instalación generalizada y servicio permanente; 4) capacidad para atraer a nuevos usuarios; 5) capacidad para resolver cuestiones de interferencia.

Tras una cuidadosa evaluación de todas las soluciones tecnológicas posibles, se seleccionó el sistema Canopy de Motorola. Este concepto BWA:

- Utiliza un concepto de tipo celular con más puntos de acceso cerca del suelo.
- Limita la interferencia en las bandas sin licencia.
- Tiene un diseño modular para ampliar el sistema fácilmente (un día).
- Muy rentable.
- Ancho de banda adaptable a la demanda hasta 2 Mbits/s.

III.3 Asia

III.3.1 Australia

1) *Programa de banda ancha «Conectar al país» y Programa Regional de Telefonía Móvil*

Al igual que otros países, el Gobierno de Australia decidió crear la demanda de servicios de banda ancha a través de su programa «Conectar al país». Este programa forma parte de la Estrategia Nacional de Banda Ancha de la Commonwealth de Australia, que destinó aproximadamente 180 millones AUD a organizaciones sin ánimo de lucro para fomentar actividades y proyectos que atiendan las múltiples necesidades de telecomunicaciones en las zonas rurales, regionales y apartadas de Australia⁸². El plan comprende una estrategia encaminada a ofrecer acceso público a Internet, poner a disposición medios de videoconferencia para el público en general e instalaciones para las mujeres, impartir formación, facilitar los elementos necesarios de una nueva red troncal de telecomunicaciones, ayudar a los consejos municipales y de condado a suministrar servicios públicos y otorgar fondos a los centros de telecomunicación comunitarios que ayudarán a personas discapacitadas a tener acceso a Internet⁸³.

El Programa Regional de Telefonía Móvil es otra de las iniciativas del Gobierno australiano diseñada para mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones en las zonas rurales y regionales de Australia. Mediante este programa, que costó 50,5 millones AUD, se atribuyó la suma de 20,4 millones AUD para

⁸² Para más información consulte la dirección www.dcit.gov.au/Article/0,,0_1-2_3-4_106337.00.html y www.newconnections.gov.au/download/0,6183,4_113958,00.doc.

⁸³ Informe de la OCDE, «Broadband Infrastructure Deployment: The Role of Government Assistance», 14 de noviembre de 2001.

mejorar la prestación de servicios de datos a alta velocidad y de telefonía móvil CDMA de 3ª generación en 31 ciudades que actualmente no tienen una cobertura adecuada y en 24 ciudades que carecen absolutamente de ella. En el marco de este programa de 50,5 millones AUD se prevén otras actividades entre las que figuran:

- cobertura puntual en ciertas autopistas regionales;
- asignación de fondos para ampliar la cobertura de telefonía móvil en el sudeste de Australia occidental en virtud del proyecto Wireless West; y
- un sistema de subvención para los teléfonos móviles por satélite.

2) ***Programa de aceleración de la banda ancha de Telstra, Australia***

Telstra, uno de los operadores de telecomunicaciones más importantes en Australia, ha adoptado una política en materia de banda ancha por la cual se asignan hasta 30 millones AUD en efectivo y anchura de banda para acelerar la creación de la tecnología que impulsará el crecimiento de la banda ancha en Australia⁸⁴. De conformidad con el proyecto, Telstra contribuirá con 10 millones AUD en efectivo, 20 millones AUD en anchura de banda, y se ha comprometido a aportar al programa contribuciones similares a las del sector industrial con una suma suplementaria de 15 millones AUD durante cinco años. La estrategia de banda ancha de Telstra busca estimular y acelerar la creación de aplicaciones, herramientas o tecnologías nuevas e innovadoras que puedan presentar gran interés para la distribución de servicios de banda ancha a las empresas y los consumidores de Australia, lo cual, a su vez, estimulará el crecimiento del número de abonados y, en última instancia, aportará más ingresos para Telstra, además de beneficiar a los consumidores y al sector privado⁸⁵.

3) ***Programa de banda ancha «Tocando el cielo», Melbourne, Australia***

En Melbourne, una iniciativa local de GreenPC, llamada «Tocando el cielo» (*reach for the clouds*), tiene como objetivo entregar a cada uno de los 770 hogares del proyecto inmobiliario de bajos ingresos Atherton Gardens una computadora reparada sin costo alguno para que se conecten en línea. Todos los edificios de Atherton Gardens han sido conectados a un sistema de banda ancha ADSL. Los residentes pueden utilizar el correo electrónico y un servicio gratuito Intranet de la comunidad, pero corren con los gastos de la conexión a Internet. El proyecto hace uso de computadoras que han sido reparadas para que toda la comunidad acceda a la web. El proyecto aspira a facilitar a todos los residentes el acceso sin costo alguno a un PC en sus hogares, crear una red informática local para la comunidad (Intranet), ofrecer el acceso a las telecomunicaciones Internet, enseñar a los residentes cómo usar una computadora, facilitar la gestión comunitaria de la red y crear oportunidades de desarrollo social en las empresas. Si este proyecto funciona, GreenPC instalará redes similares en otros 13 proyectos urbanísticos pobres de Melbourne.

4) ***Personal Broadband Australia***

En marzo de 2001, la Australian Communications Authority (ACA) celebró una subasta de concesión de licencias de 2 GHz (3G) que abarcaba todas las grandes ciudades de Australia, con una vigencia de aplicación de 15 años a partir de octubre de 2002. La asignación del espectro de 2 GHz por parte de la ACA era coherente con las disposiciones de la UIT en materia de asignación del espectro de frecuencias para las IMT-2000⁸⁶, y respaldaba su política tecnológicamente neutral vinculada al espectro mediante la cual los titulares de licencias en Australia pueden implantar cualquier clase de tecnología que no atente contra las disposiciones en materia de emisiones y de coexistencia de bandas de frecuencias. Como consecuencia de esta subasta, la ACA concedió cinco licencias, entre otras, una a CKW Wireless, empresa creada en febrero de 2001 con el objetivo de aplicar la tecnología iBurst™ en toda Australia. En junio de 2002, CKW fue rebautizada como *Personal Broadband Australia* (PBA) y transformada en un consorcio de empresas que incluían Ozemail, Vodafone, Crown Castle, TCI, UT Starcom, así como a los accionistas de todas estas

⁸⁴ «Telstra Sets Up Broadband Fund», www.dialelectronics.com.au/articles/8f/0c00e78f.asp, 21 de junio de 2002.

⁸⁵ Para mayor información consultar: www.broadbandfund.telstra.com/about_home.htm, al igual que la lista de los proyectos financiados.

⁸⁶ Véase la Recomendación UIT-R M.1036, «Disposiciones de frecuencias para la implementación de telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) en las bandas 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz y 2 500-2 690 MHz».

empresas. En diciembre de 2004, después de someter a prueba la tecnología iBurst durante un año, que concluyó satisfactoriamente en noviembre de 2003, se inició un lanzamiento provisional que culminó, el 19 de marzo de 2004, en el lanzamiento definitivo del producto con fines comerciales.

PBA ofrece a los usuarios un nuevo paradigma de acceso a Internet y a la información de ámbito empresarial garantizándoles una conectividad de alta velocidad segura en cualquier momento y en todo lugar. Esta tecnología no sólo mejora en gran medida la utilidad de muchas aplicaciones actuales de transmisión de datos, sino que permite el desarrollo de nuevas y atractivas aplicaciones que no podrían existir sin la aparición de iBurst. PBA es un arquitecto de red y un proveedor de servicios cuya red iBurst ofrece el primer servicio comercial de este tipo a disposición del público que existe en el mundo. Basada en la tecnología patentada de ArrayComm y con equipos proporcionados por Kyocera Corporation, la red iBurst utiliza los últimos adelantos de la tecnología de acceso múltiple por diversidad espacial de gran capacidad (HC-SDMA), en curso de normalización por la Alliance of Telecommunications Industry Solutions (ATIS), una organización de elaboración de normas, acreditada por el ANSI. Los sistemas HC-SDMA hacen un uso mucho más eficaz del espectro de frecuencias radioeléctricas que los sistemas de telecomunicaciones móviles desarrollados hasta la fecha, al permitir que cada nodo radioeléctrico ofrezca un servicio de banda ancha de hasta 1 Mbit/s a miles de usuarios al mismo tiempo. Los abonados al servicio iBurst de PBA pueden mantenerse conectados aunque se desplacen de una habitación a otra o de un barrio a otro, ya que la red permite un paso fluido entre nodos radioeléctricos a la velocidad de circulación de un vehículo, con lo que se logra un servicio íntegramente móvil.

PBA es un proveedor al por mayor de servicios de conectividad con iBurst que centra sus esfuerzos en el establecimiento y la gestión de una infraestructura de red. PBA revende sus servicios a través de un grupo selecto de empresas asociadas a Channel Partners, que son especialistas en la provisión de servicios Internet y móviles. PBA goza de una posición de líder en el mercado australiano de los servicios de Internet de banda ancha móviles. Gracias a su especial tecnología iBurst, PBA puede ofrecer conectividad a Internet o transmisión de datos empresariales con un costo y una calidad que anteriormente sólo era posible mediante las conexiones fijas.

III.3.2 China: Establecimiento de los servicios de banda ancha y sus aplicaciones en China

Establecimiento de los servicios de banda ancha en China

El mercado de servicios de banda ancha en China, impulsado firmemente por algunos operadores de banda ancha de primera línea como China Telecom y China Netcom, está progresando ya que ha pasado de constituir una fase de mercado incipiente hasta otra de rápida expansión. De acuerdo con las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Industria de la Información de China, aunque en 2002 había tan sólo 3,34 millones de abonados a la banda ancha en todo el mercado de las telecomunicaciones del país, un año después la cifra se disparó hasta alcanzar un total de 11,15 millones de abonados y, en los primeros seis meses de 2004, se han sumado otros 6,58 millones de abonados más, lo que hace un total de 17,73 millones de abonados (Fuente: www.mii.gov.cn/mii/hyzw/tongji/yb/tongjiyuebao200406.htm), un 80% de los cuales son abonados a la ADSL.

Gracias al fuerte impulso recibido por parte de China Telecom, China Netcom y otros operadores de banda ancha, el mercado de banda ancha en China está entrando rápidamente en un periodo de crecimiento acelerado, como ponen de manifiesto los siguientes datos:

- la base de abonados a la banda ancha superó la cifra de diez millones a finales de 2003;
- la anchura de banda de la cabecera de línea internacional de Internet en China alcanzó los 27 GB en 2003;
- la paulatina difusión de las aplicaciones de banda ancha, entre otras, de una amplia gama de software de vídeo de gran capacidad, aplicaciones de juegos, etc.;
- los esfuerzos diligentes realizados por los proveedores de aplicaciones para Internet y los operadores a la hora de buscar un mecanismo de cooperación han conducido a la proliferación de empresas especializadas en contenidos de aplicación de banda ancha, al surgimiento de una cadena integrada de producción y prestación de servicios en la industria de banda ancha de Internet, y un considerable progreso en la búsqueda de un modelo operativo para los servicios de red con valor añadido.

El súbito crecimiento del número de abonados ha estimulado a su vez la expansión del mercado de equipos de banda ancha, donde los operadores han encontrado incentivos para realizar compras masivas de estos equipos cuya consecuencia ha sido la reducción constante de los costos. Así, el precio de la línea ADSL ha ido descendiendo ininterrumpidamente desde la cifra máxima de 1 800 yuanes RMB (aproximadamente 200 USD) en el año 2000, hasta 1 000 yuanes RMB (unos 120 USD) en la segunda mitad de 2001, y posteriormente a 600 yuanes RMB (72 USD) en la primera mitad de 2002, a 550 yuanes RMB (66 USD) en la segunda mitad de 2002, a 430 yuanes RMB (52 USD) en la primera mitad de 2003, hasta alcanzar finalmente la cantidad mínima de 320 yuanes RMB (39 USD) en la segunda mitad del mismo año. El bajo precio alcanzado por el equipo de banda ancha ha conducido a una reducción significativa de los costos de los operadores, lo cual les ha permitido reducir los precios y estimular más el apetito de los consumidores. Se pone así de manifiesto que la base de abonados de banda ancha en China atraviesa un periodo de crecimiento sostenible.

De acuerdo con el Informe de la Academia de Investigación en Telecomunicaciones, dependiente del Ministerio de Industria de la Información de China, cabe esperar que el número de abonados en este país alcance una cifra estimada entre 51,15 y 58,40 millones en 2006, lo cual representa un aumento de entre el 358 y el 423 por ciento por encima de las cifras correspondientes en 2003.

Cuadro 1 – Previsión del crecimiento del número de abonados a la banda ancha en China para el periodo 2004-2006 en millones

		2004	2005	2006
Estimación optimista	Usuarios del acceso de banda ancha	25,28	40,79	58,40
	Tasa de crecimiento anual	107%	61%	43%
Estimación conservadora	Usuarios del acceso de banda ancha	23,19	36,32	51,15
	Tasa de crecimiento anual	90%	57%	41%

Fuente: Academia de Investigación en Telecomunicaciones, dependiente del Ministerio de Industria de la Información de China.

Desarrollo de las aplicaciones de banda ancha en China

Tras varios años de reñida competencia en el mercado de banda ancha en China, los operadores han comprendido que el impulso fundamental del desarrollo de los servicios de banda ancha es la aplicación y no el acceso y que, por consiguiente, resulta imperioso poner en marcha una cadena integrada de producción y prestación de servicios de banda ancha que permita un desarrollo sólido y sostenible del mercado de la banda ancha. Como consecuencia de la competencia y las fusiones entre empresas que tuvieron lugar en el mercado de banda ancha en China en 2003 y 2004 surgió una cadena de valor de banda ancha compuesta por proveedores de equipo, operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios de valor añadido y proveedores de contenido.

Durante 2003 y 2004, en la cadena de producción y prestación de servicios de banda ancha en China se registraron progresos sustanciales con la llegada y el comienzo de las operaciones de «ChinaVNet», Telecom, «TTZX» de China Netcom, y de otras marcas y modelos operativos de banda ancha, así como con el cambio de enfoque comercial, que pasó de fomentar el número de abonados a hacer hincapié en las aplicaciones de banda ancha. La consolidación de la cadena de producción y prestación de servicios de banda ancha aplicada tanto por China Telecom como por China Netcom, dos de los principales proveedores del mercado de banda ancha en China, tendrá una importante repercusión en el desarrollo de ese mercado.

- **«ChinaVNet» de China Telecom**

En su calidad de marca de servicios unificados de aplicación de ámbito nacional y modelo de facturación para los servicios de aplicación e información, ChinaVNet (www.chinavnet.com/chpage/c1/), utilizando un modelo que beneficia a todas las partes, contribuye a que los proveedores de servicios de valor añadido de Internet, los proveedores de contenido y los operadores de telecomunicaciones obtengan su valor comercial integradamente.

Mediante el pleno aprovechamiento de los recursos de su plataforma de apoyo a los abonados, la red y las aplicaciones así como de sus redes de promoción comercial y servicios al cliente, China Telecom confía en crear un ecosistema armónico para el desarrollo de la industria de Internet, elaborar un nuevo modelo comercial de servicios y ofrecer una amplia gama de contenidos y de servicios de suministro de aplicaciones informáticas a sus usuarios de Internet mediante la consolidación del contenido y las aplicaciones de sus socios comerciales, con miras a que se beneficien de todo ello las partes interesadas, es decir, los usuarios, los socios comerciales de ChinaVNet y la propia China Telecom.

Con el objetivo de ser al mismo tiempo un producto entretenido, informativo y práctico, el contenido y las aplicaciones de ChinaVNet abarcan una amplia gama de sectores e industrias, entre otros el ocio, la educación, los seguros de salud, la consultoría, el comercio electrónico, los servicios públicos y las aplicaciones comerciales. Mediante la defensa del concepto de «compartir recursos, apoyarse mutuamente y trabajar para el bien común», y la adhesión al principio de «apertura» y «fusión», ChinaVNet ha creado un modelo comercial de beneficios mutuos a través del cual los proveedores de servicios y el resto de socios que constituyen los eslabones de la cadena industrial pueden cumplir sus propios objetivos comerciales. Mientras tanto, China Telecom ha puesto también a disposición del público sus recursos, como su red, la base de abonados, el canal de facturación, la amplia red de ventas, los servicios de atención al público y de promoción, y ha ofrecido a los proveedores de servicios que oferten como suyos otros servicios como la autenticación del usuario, la autorización, y la facturación. Además, China Telecom hará todo lo posible para ofrecer a los proveedores de servicios un paquete de servicios adecuados entre los que cabe citar, entre otros, acceso a la red, ID, red de distribución e intercambio de medios.

Desde que el 15 de septiembre de 2003 China Telecom declaró este producto apto para su utilización comercial, ha establecido sucursales en Guangdong, Zhejiang, Jiangsu así como en otras provincias y municipios. A finales de diciembre de 2003, China Telecom se convirtió en el mayor operador del mercado nacional de banda ancha, con un total de 7,35 millones de abonados de los cuales casi 3 millones correspondían a ChinaVNet. Más de 260 socios han firmado contratos con ChinaVNet. De los 263 proveedores de servicios en todo el país, 28 de ellos colaboran directamente con el Centro Nacional de ChinaVNet. En 2004 ChinaVNet ha mantenido relaciones comerciales con más de 100 proveedores de servicios a través de su plataforma del Centro Nacional y dará prioridad al lanzamiento de cuatro líneas de productos, a saber, actividades recreativas en banda ancha, juegos en línea, comunicaciones instantáneas y aplicaciones empresariales. Con este fin, ChinaVNet construirá la mayor plataforma de actividades recreativas en banda ancha, un supermercado de películas y una musicoteca virtual, establecerá un sistema unificado con tarjetas de crédito de previo pago para juegos en línea en un esfuerzo por agrupar, antes de finales de 2004, 80 juegos en línea de distintos operadores, entre otros de los 40 mayores operadores de China, e intensificará sus esfuerzos para fomentar servicios como las comunicaciones instantáneas, el correo electrónico, la protección antivirus en línea y la educación a distancia.

- **China Byte de China Netcom**

En febrero de 2004, como medida para responder a ChinaVNet de China Telecom, China Netcom unió sus fuerzas a las de una serie de empresas inversoras para crear la China Byte Corporation en Beijing. Simultáneamente, China Netcom puso en funcionamiento «TTZX», un portal de banda ancha creado gracias a un metódico esfuerzo llevado a cabo por dicho proveedor, que constituía el primer paso de su estrategia encaminada a la ampliación de sus servicios de banda ancha de valor añadido. La página web de TTZX está dirigida a los usuarios habituales de Internet y proporciona servicios de información especializada de banda ancha mediante un mecanismo similar a un canal de televisión con contenido único «que gira en torno a la televisión, está orientado al entretenimiento familiar y posee una calidad elevada». El objetivo de TTZX es, en primer lugar, satisfacer las necesidades de los consumidores habituales y de los usuarios; en segundo lugar, fomentar un servicio de contenidos especializados que sea tan fácil de manipular como los canales de un televisor, con el fin de facilitar el acceso del usuario a la red; y, en tercer lugar, ofrecer un número cada vez mayor de servicios multimedia audiovisuales de banda ancha.

China Byte es una empresa de responsabilidad limitada constituida por China Netcom, IDG y una serie de empresas inversoras de reputación mundial, que ofrece principalmente servicios de contenido de Internet, contenidos de banda ancha, canales de juegos facturados directamente a los clientes, el portal de banda ancha de China Netcom a través de los canales y las telecomunicaciones de valor añadido.

La China Byte Corporation ofrecerá tres categorías de servicios, especialmente el portal de banda ancha, los servicios vocales de valor añadido (como el servicio nacional telefónico, al que se accede principalmente mediante la marcación de un número centralizado 116XX, la compra por teléfono, el servicio telefónico de información y atención al público, etc.), así como los servicios inalámbricos de valor añadido (principalmente SMS y servicios de coordinación de reuniones), de los cuales se lanzarán en primer lugar los servicios vocales y el portal de banda ancha. China Byte adoptará el mismo enfoque operativo que «Montenet» de China Mobile y se asociará con numerosos proveedores de servicios de todo el país, aunando esfuerzos para ofrecer una abundante información en materia de multimedia además de la que ya está disponible por banda estrecha, lo cual refleja plenamente su concepto empresarial de dar una importancia primordial a la aplicación en la oferta de servicios de contenido.

Siguiendo el principio de seleccionar bien los proyectos que acepta, China Netcom ha buscado sin demora un modelo de cooperación que beneficie a todas las partes. Además de TTZX, ha explorado otras formas de cooperación en su búsqueda por lograr aún mayores avances en las aplicaciones de banda ancha.

Modelo de cooperación 1: A la luz de la situación del mercado y de las capacidades del servicio, China Netcom ha decidido perfeccionar aún más los productos de los proveedores de equipos para usuarios, ya existentes en el mercado, como programas informáticos y módems, con el fin de ofrecer una mejor calidad de servicio a los usuarios de banda ancha. Junto con otros proveedores de terminales y ordenadores ya consolidados en el mercado, China Netcom ha empezado a fabricar terminales sencillos de acceso a la red con objeto de reducir el umbral de acceso para los usuarios. Como consecuencia de ello, China Netcom y sus asociados han presentado ordenadores de marcas compartidas con capacidades incorporadas de acceso de banda ancha, lo que permite reunir en un mismo producto destinado a la venta los equipos de terminal y los servicios de banda ancha.

Modelo de cooperación 2: China Netcom coopera intensamente con otros países y dedica una atención prioritaria a las necesidades del usuario en los avances tecnológicos, el perfeccionamiento y la gestión de los canales de contenido.

Modelo de cooperación 3: Al crear una cadena de producción y prestación de servicios, China Netcom y las empresas de comunicaciones de las provincias construirán conjuntamente una plataforma de servicios centralizados de red que ofrecerá servicios de acceso, autenticación y facturación a otras empresas, y fomentará las ventas unificadas de terminales y servicios de banda ancha en cooperación con los ICP/PSI y los fabricantes de terminales.

III.4 Europa

III.4.1 Plan de Acción eEurope 2005

La DG INFSO (Dirección General – Sociedad de la Información) propuso por primera vez la iniciativa eEurope a finales de 1999, y fue apoyada por el Consejo Europeo en Feira en junio de 2000. El principal objetivo de la iniciativa eEurope es ambicioso: poner en línea a todos los ciudadanos, escuelas y empresas y aprovechar el potencial de crecimiento, empleo e integración de la nueva economía. El primer Plan de Acción eEurope, 2000-2002, tenía tres metas: Internet más barato, rápido y seguro; inversión en personas y conocimientos, y mayor utilización de Internet. Constaba de 64 objetivos y casi todos se alcanzaron a finales de 2002.

La segunda etapa es el **Plan de Acción eEurope 2005**, que hizo suyo el Consejo Europeo de Sevilla en 2002. El objetivo de eEurope 2005 es que Europa disponga de servicios públicos en línea modernos (por ejemplo, cibergobierno, ciberenseñanza, ciberseguridad) y de un entorno de ciberempresas dinámico. Para ello, se ha de generalizar el **acceso de banda ancha** por precios competitivos y la infraestructura de la información debe ser segura.

Objetivos de eEurope 2005

El objetivo de este nuevo Plan de Acción es crear un marco favorable a la inversión privada y a la creación de nuevos empleos, impulsar la productividad, modernizar los servicios públicos y ofrecer a todos la posibilidad de participar en la sociedad de la información mundial. eEurope 2005 tiene por objeto fomentar la seguridad de los servicios, aplicaciones y contenidos basados en una infraestructura de banda ancha ampliamente disponible.

Dificultades de eEurope 2005

En la sociedad de la información existen numerosas posibilidades de mejorar la productividad y la calidad de vida que aún no han sido aprovechadas. Este potencial no deja de crecer, a la vista del desarrollo tecnológico del acceso de banda ancha y multiplataformas, es decir, la posibilidad de conectarse a Internet a través de medios distintos del PC, tales como la TV digital y los teléfonos móviles 3G. Estos avances ofrecen notables oportunidades económicas y sociales. Los nuevos servicios, aplicaciones y contenidos crearán nuevos mercados y aportarán medios para aumentar la productividad y, por ende, el crecimiento y el empleo en toda la economía. Asimismo, permitirán brindar a los ciudadanos un acceso más cómodo a las herramientas de información y comunicación.

Objetivos de eEurope 2005

eEurope 2005 aplica diversas medidas para tomar en consideración simultáneamente ambos miembros de la ecuación. Del lado de la demanda, las actuaciones referidas a la administración, la salud, el aprendizaje y los negocios pretenden fomentar el desarrollo de nuevos servicios. Además de prestar unos servicios de mejor calidad y menos onerosos a los ciudadanos, los poderes públicos pueden utilizar su poder adquisitivo para agregar la demanda y así «tirar» de las nuevas redes. Del lado de la oferta, las actuaciones en materia de banda ancha y seguridad favorecerán la implantación de infraestructuras.

La iniciativa eEurope 2003 trata principalmente de la banda ancha:

Actualmente, la manera más común de acceder a Internet es por conexiones de marcación directa, un servicio de banda estrecha que utiliza la red telefónica local existente y se factura principalmente por tiempo. La principal dificultad es acelerar la transición de las comunicaciones basadas en redes de banda estrecha a comunicaciones basadas en redes de banda ancha, y proporcionar así un acceso de alta velocidad permanente a Internet. Si bien las grandes empresas han terminado su transición a la banda ancha, lo importante ahora es que lo haga el mercado de masas para que la banda ancha esté a la disposición de todos los hogares y PYME.

La banda ancha estimula la utilización de Internet y permite utilizar aplicaciones y servicios de gran riqueza. Sus ventajas se extienden al comercio electrónico, la ciberenseñanza, la ciberseguridad y el ciber gobierno, al mejorar la funcionalidad y el rendimiento de esos servicios, lo cual generaliza aún más la utilización de Internet. Por lo tanto, se considera que Internet es la infraestructura fundamental para lograr las ganancias de productividad que permite su utilización más eficaz.

Para llegar a todo el mundo, la política de banda ancha también debe tener en cuenta las posibilidades que ofrecen las nuevas plataformas de comunicación tales como 3G y la TV digital, ya que multiplican las posibilidades de acceso y aprovechamiento de la banda ancha, contribuyendo así a alcanzar el objetivo de una sociedad de la información para todos.

Medidas adoptadas en el marco de la iniciativa eEurope 2005

El Plan de Acción eEurope se basa en dos grupos de medidas que se complementan una a otra. Por una parte, tiene por objeto estimular los servicios, las aplicaciones y el contenido, tanto en los servicios públicos en línea como en el comercio electrónico. Por otra parte, trata de la infraestructura de banda ancha subyacente y de asuntos de seguridad.

(Véase www.europa.eu.int/information_society/eeurope/index_en.htm)

Aplicación del Plan de Acción eEurope en España: Programa «Internet rural»

En marzo de 2002, el Consejo Europeo de Barcelona elaboró un plan estratégico para el desarrollo de una sociedad de la información en toda Europa antes de 2005. En junio de 2002 se aprobó el Plan de Acción para eEurope y, en ese momento, se definió el programa «Internet rural». El objetivo de este proyecto es instalar varios puntos de acceso Internet públicos que permitan a todos los ciudadanos de sus respectivas regiones acceder a Internet, preferentemente a través de una conexión de banda ancha.

Los objetivos del proyecto Internet rural son los siguientes:

- Conexión a servicios Internet de banda ancha.
- Puntos de acceso público centralizados.
- Servicios de instalación y mantenimiento.
- Centro único de comando y control.
- Portales de servicio para zonas rurales.
- Extensiones de conexión opcionales.
- Recursos financieros.

Se llevó a cabo una simulación del «Internet rural» sobre la base de los criterios siguientes:

- La simulación se llevó a cabo en municipios que no disponen de ADSL ni de cable.
- Garantizar la cobertura de al menos el 40% de la población que no tiene acceso actualmente a Internet de banda ancha.
- Este estudio y los mencionados criterios se definieron para municipios de 1 200 habitantes o mayores. Para los municipios más pequeños, de por ejemplo 800 ó 500 habitantes, se redujeron las exigencias en lo que respecta al 40% o más de cobertura.

El impacto total del programa se resume en las cifras siguientes:

	Estado actual sin DSL	Aplicación del programa	Porcentaje de aplicación	Estado final sin acceso a banda ancha
Población	5 177 305	3 808 231	73,56%	1 369 074
Municipios	6 414	1 853	28,89%	4 561

III.4.2 Irlanda

*Estudio de caso sobre la banda ancha de la Autoridad Regional Sudoccidental de Irlanda*⁸⁷

La región sudoccidental de Irlanda abarca una superficie de 12 100 km² y tiene una población de 580 000 habitantes, más de la mitad de los cuales vive en la ciudad de Cork y alrededores. Como ocurre en muchos países modernos, gran parte de la actividad comercial e industrial de la región se concentra en la capital y la zona metropolitana. La economía agrícola está bajo tensión y el sector ya no ofrece los medios necesarios para el sustento de muchos agricultores, en particular los que habitan las zonas más remotas. Las empresas de telecomunicaciones escogen regiones densamente habitadas como éstas para implantarse, dado que ofrecen las mejores perspectivas comerciales o financieras.

⁸⁷ McAleer, John, «Local communities providing broadband for themselves», www.swra.ie/broadband, jmcaleer@swra.ie, junio de 2003.

La Autoridad Regional Sudoccidental (SWRA), compuesta por 24 representantes elegidos, tiene la responsabilidad de promover la prestación coordinada de servicios públicos en la región. Durante los trabajos de creación de la sociedad de la información, la SWRA reconoció que, pese a la plena liberalización del mercado, es probable que los proveedores de telecomunicaciones no estuvieran dispuestos a instalar la banda ancha en las zonas marginadas debido a las pocas posibilidades de rentabilidad. También se dieron cuenta de que los incentivos financieros para atraer nuevos proveedores al mercado no siempre dan muy buenos resultados, en particular cuando el mercado rural es pequeño. Éstas fueron las circunstancias que motivaron a la Autoridad Regional Sudoccidental a hacer algo diferente.

Su investigación puso de manifiesto que la instalación de la tecnología DSL es lenta y sólo se prevé en ciudades con una población superior a las 6 000 personas. Dado que el número de habitantes en la mayoría de las ciudades de Irlanda Sudoccidental no sobrepasa las 6 000 personas, la SWRA estudió detalladamente el interés cada vez mayor por la tecnología inalámbrica en el mundo entero y la disponibilidad de la banda ancha que pueden ofrecer los satélites. Por eso decidió tratar de combinar ambas tecnologías con una interfaz inteligente. A finales de 2002, la Autoridad Regional propuso a la Agencia Espacial Europea llevar a cabo un programa de investigación sobre el uso combinado de tecnologías de satélite e inalámbricas, cuyos resultados podrían ser de mucha utilidad para las regiones que tienen dificultades a la hora de instalar la banda ancha en ciudades aisladas. La propuesta fue aceptada y la SWRA comenzó a trabajar en el proyecto «South West Broadband» en febrero de 2003.

La propuesta estipulaba poner a prueba el satélite como un medio para acceder a la banda ancha, validar la tecnología a través de una gran gama de ensayos prácticos en ámbitos como el gobierno electrónico, el apoyo a las empresas, la cibermedicina y la enseñanza a distancia. Afortunadamente, muchos proveedores importantes en el campo de las comunicaciones por satélite e inalámbricas desearon participar en el programa del SWRA. Catorce ensayos prácticos dieron buenos resultados y se utiliza ahora la tecnología por satélite, junto con las redes de área local inalámbricas, para ofrecer acceso de banda ancha.

Una de las principales ventajas financieras de este programa es que, por lo general, se puede instalar un sistema por satélite/inalámbrico en pocos días y el costo total para la creación de una red de área local inalámbrica alimentada por satélite es del orden de 25 000 EUR. La SWRA comparó el lanzamiento de esta tecnología con la de fibra, donde el costo de instalación de un tubo de plástico es de aproximadamente 150 000 EUR por kilómetro, al que se le deben añadir otros gastos importantes para instalar la fibra, ponerla en funcionamiento y luego hacer la conexión «del último kilómetro» hasta los usuarios. El enfoque económico de la SWRA es tal que el costo anual, incluida la instalación, de la puesta en funcionamiento de una red de área local por satélite/inalámbrica, puede ser inferior a 20 000 EUR al año. Sobre esta base y con un total de 40 clientes, los gastos de conexión pueden ser inferiores a 25 EUR mensuales para los usuarios y 60 EUR mensuales para las pequeñas empresas.

La política comercial de la SWRA se basa en la sostenibilidad de los productos y servicios, sin fines lucrativos, y en la nueva inversión de los ingresos provenientes del servicio en la instalación de banda ancha por satélite e inalámbrica en las comunidades, incluso las más pequeñas. La SWRA también ha adoptado un criterio de amplia colaboración con las comunidades locales, que participarán con ella en cada ciudad, para crear y ponerse de acuerdo sobre los términos y condiciones del servicio, en consulta con los representantes comunitarios locales. Las autoridades de la región cumplen también su función de socios y ofrecen locales para almacenar los equipos. El éxito del programa de banda ancha de la SWRA la ha incitado a solicitar su propia licencia de operador de telecomunicaciones y una de las principales conclusiones a la que ha llegado es «Piense en hacerlo por su cuenta» y aconseja a todos los interesados a que se pongan en contacto con ella para obtener más información.

III.4.3 Noruega

1) *Plan de Acción eNorway*

El Gobierno de Noruega también desea que la banda ancha llegue al mercado en todas las regiones del país, de acuerdo con el Plan de Acción eNorway. A las escuelas primarias, bibliotecas públicas y servicios administrativos de la autoridad local se les brindará la oportunidad de conectarse a la banda ancha a precios

competitivos en el transcurso de 2005. A finales de 2003, también se ofrecerá esta oportunidad a todas las escuelas de educación secundaria⁸⁸. Para el Gobierno también es de suma importancia fomentar la instalación de la banda ancha en los municipios de Noruega para uso de las autoridades locales. Se cree que el uso generalizado de las comunicaciones de banda ancha en el sector público contribuirá de manera significativa al buen funcionamiento del mercado de servicios de banda ancha, ya que las pequeñas y medianas empresas y los consumidores podrán acceder más fácilmente a los servicios de banda ancha⁸⁹.

2) *Proyecto Modalen, Noruega*

En Noruega, el proyecto Modalen, creado en 2000-2001 por un consorcio de empresas de tecnologías de la información en Modalen, (Noruega), ofrece servicios Internet por redes de banda ancha. El proyecto tiene como objetivo que en esta ciudad de 400 habitantes, cada familia, compañía, entidad pública, organización, escuela e institución tenga acceso a la tecnología de banda ancha utilizando el aparato de televisión como interfaz de usuario, dado que la principal ciudad más cercana a Modalen se encuentra a una hora de camino. La encuesta Gallup de mayo de 2001 mostró que, gracias al proyecto, el acceso a Internet en el trabajo, el hogar y la escuela era superior en Modalen que en el resto de Noruega, y que sus residentes pasaban más tiempo en línea que el resto de los habitantes del país⁹⁰.

III.4.4 Suecia

Suecia tiene una larga y firme tradición en tecnologías de la información y telecomunicación. Fue uno de los primeros usuarios y precursor del empleo de la fibra óptica hacia el final de los años 80 y comienzos de los 90, con una alta dependencia de los esfuerzos de Ericsson y Telia, en cooperación con «University Research». Suecia fue uno de los primeros países en donde se empleó el computador personal en el hogar y tiene hoy en día una de las mayores tasas de penetración a nivel mundial en el empleo del computador personal por habitante. Asimismo, fue uno de los primeros países en adoptar las comunicaciones móviles junto con otros países nórdicos. Además, Ericsson y Nokia de Finlandia se encuentran entre los principales proveedores de sistemas y terminales móviles. Durante los años 90 el Gobierno tomó una serie de medidas para liberalizar el mercado de las telecomunicaciones y Suecia es uno de los países más desregularizados del mundo y donde el mercado está supervisado por la autoridad de regulación PTS (Post och Telestyrelsen).

Hoy en día la situación en Suecia se caracteriza por una fuerte competencia en el mercado de la banda ancha; el 20% de los hogares ya posee una conexión de banda ancha. El mayor operador de banda ancha es TeliaSonera, con una cuota de mercado del 42%. TeliaSonera emplea primordialmente DSL (línea digital de abonado) y tiene casi un monopolio en la red de acceso de cobre, pero por ley debe ofrecer acceso a sus competidores. El segundo operador más grande es Bredbandbolaget, con un 23% y la mayor red de FTTH (fibra hasta el hogar) de Suecia. Los principales actores en el sector empresarial son TeliaSonera, Song Network y Telenor. Suecia tiene más de 200 operadores, la mayoría de los cuales son propiedad de comunidades o de sus compañías de energía que ofrecen servicios en las ciudades. Las principales tecnologías de acceso son DSL (con una cuota de mercado del 55%) y FTTH (con casi 20%, utilizando principalmente tecnología de redes de área local y Ethernet). De conformidad con el programa auspiciado por el Gobierno para la banda ancha, existe una diferencia entre el papel de propietario de una red y el de proveedor del servicio; es decir que el usuario final puede escoger entre varios proveedores de servicio diferentes.

Suecia se encuentra a punto de introducir una red integral de multiservicios que ofrece Internet, telefonía y televisión, y la tríada de servicios, basados todos en IP. Algunos operadores de DSL incluyen VoIP (voz por IP) en su paquete de servicios y están pensando en incluir televisión. Por otra parte, los operadores de

⁸⁸ Ver www.odin.dep.no/archive/nhdvedlegg/01/03/eNorw040.pdf

⁸⁹ Ver www.hoykom.net

⁹⁰ Presentación de la encuesta Gallup de Noruega, taller de la OCDE sobre banda ancha, 5 de diciembre de 2001.

televisión que están hoy ofreciendo el servicio ordinario de televisión y el acceso a Internet, han empezado a implementar VoIP en su red coaxial. Para algunas operaciones comerciales a pequeña escala se dispone de acceso a FTTH, junto con la tríada de servicios.

El acceso a la banda ancha en Suecia es una piedra angular para estructurar los servicios de cibergobierno las 24 horas, racionalizar el sector de la salud mediante la cibernidad, impartir educación a distancia y fortalecer la democracia y el acceso a la información a escala local.

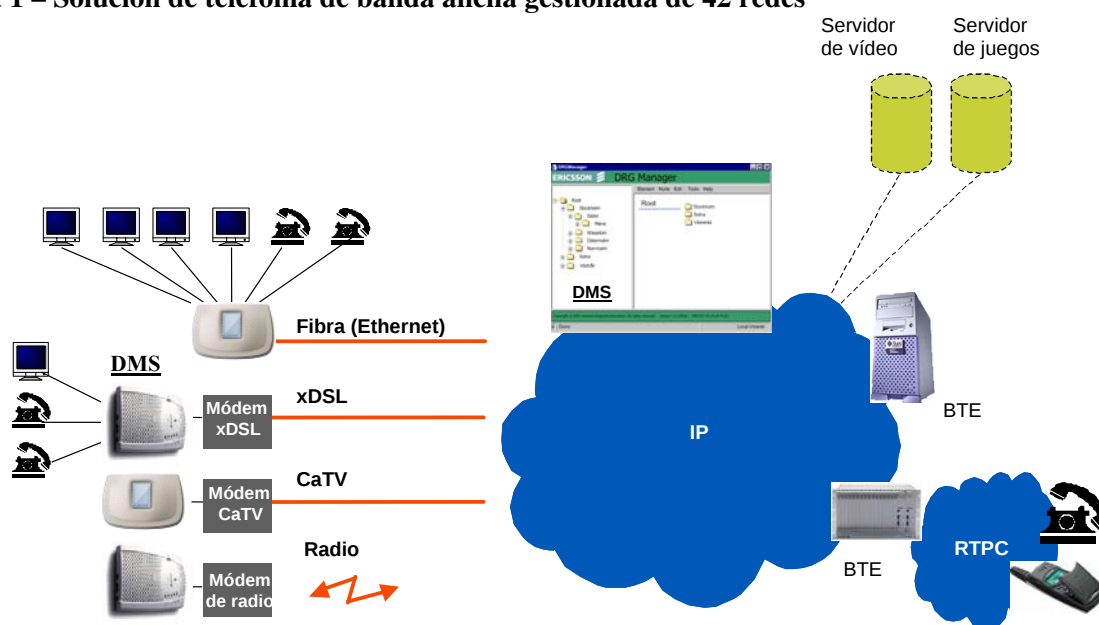
La introducción de la tríada de servicios deja abierto el mercado a las compañías que desarrollan cajas de adaptación de multimedios basadas en IP y pasarelas en el hogar, como un resultado indirecto de las actividades de investigación de Ericsson y Telia. Como ejemplo de ello, en 42 redes se concibieron soluciones de acceso de banda ancha de extremo a extremo que permiten conectar a Internet diversos tipos de equipos de abonado.

La evolución hacia una red de banda ancha basada en el protocolo IP, que es una convergencia entre Internet, las telecomunicaciones y la radiodifusión plantea, claro está, una serie de retos para la comunidad de investigación. En Suecia se han creado varios bancos de prueba para verificar las necesidades de servicios e infraestructura, con usuarios finales reales. Un ejemplo de esto es el banco nacional de pruebas sobre la banda ancha del instituto de investigación Acreo, que abarca más de 15 vendedores de equipos, más de 15 operadores, más de 10 universidades y cierto número de autoridades gubernamentales.

Sollentuna Energy, una empresa del norte de Estocolmo que instala redes de banda ancha ofrece, por ejemplo, una red con una instalación de más de 12 000 terminales de acceso de banda ancha. Como ejemplo de los servicios que ofrece actualmente cabe citar Internet (con 4 proveedores), TV (hasta un total de 18 canales), películas (vídeo a la carta), Intranet para la información local y telefonía de banda ancha.

Las instalaciones de acceso de banda ancha más corrientes se basan en una solución de acceso de 42 redes de banda ancha de extremo a extremo en las que se trata de manera integrada la calidad, la seguridad, la simplicidad y la gestión. Las soluciones de banda ancha de extremo a extremo de Ericsson permiten a los operadores y proveedores de servicios crear una base para los servicios de acceso rápido a Internet, vídeo a la carta, telefonía (VoIP) y otros servicios de banda ancha. La cartera consta de tres partes: la cabecera residencial digital (DGR, *digital residential gateway*), el habilitador de telefonía de banda ancha (BTE, *broadband telephony enabler*) y el sistema de gestión de elementos (DRG/BTE) tal y como se muestran en la Figura 1.

Figura 1 – Solución de telefonía de banda ancha gestionada de 42 redes



Cabecera residencial digital (DRG)

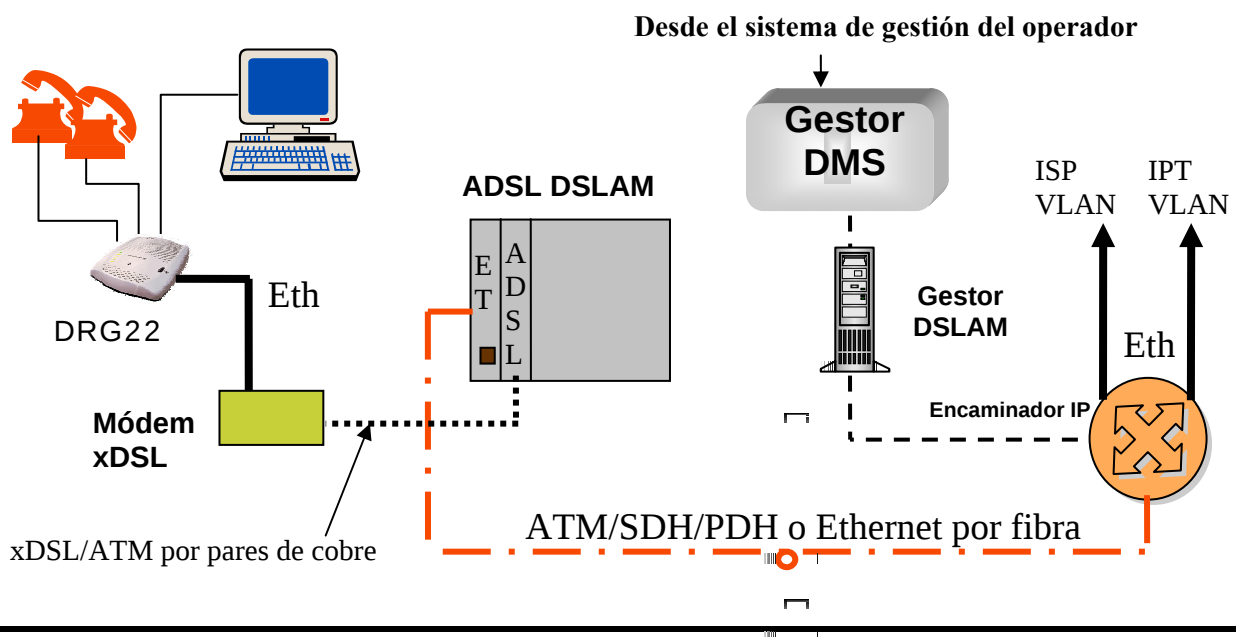
Las unidades de la cabecera residencial digital (DRG) se pueden conectar a la red IP utilizando un módem (por ejemplo, para xDSL, CaTV o de radiocomunicaciones) o mediante conversores óptico/eléctricos en el caso de fibras monomodo o multimodo (por ejemplo, para conexiones de Ethernet). Las unidades de DRG permiten a los usuarios finales mantener sus teléfonos analógicos existentes o aparatos facsímil mientras hacen llamadas de alta calidad a través de una red IP. Se pueden conectar en cascada hasta 5 aparatos telefónicos a cada puerto de telefonía. Mediante el empleo de una caja adaptadora de multimedios conectada a uno de los puertos de Ethernet se podría suministrar, por ejemplo, el servicio de vídeo a la carta junto con telefonía e Internet rápido. A través de los puertos el usuario también tiene la posibilidad de conectar varios computadores e impresoras a la unidad. Es posible disponer de instalaciones de fibra a la vivienda/a la oficina pequeña empleando unidades de DGR con conversores ópticos/eléctricos incorporados.

Se han desarrollado versiones diferentes de DRG con tecnología «enchufe-y-opere» para diversas aplicaciones hasta con cuatro puertos para Ethernet y dos puertos de telefonía adecuados para la conexión con un par trenzado sin apantallamiento (lo que permite una transmisión de hasta 100 m), con fibras multimodo (que permiten una transmisión de hasta 2 000 m) o con fibras monomodo (para una transmisión de hasta 15 000 m).

Mediante el gestor de elementos DRG, el operador o proveedor del servicio puede gestionar y configurar a distancia hasta 200 000 unidades DRG instaladas. Utilizando mensajes SNMPv1, el operador puede fijar parámetros relacionados, por ejemplo, con siglas VLAN, telefonía IP y filtrado de paquetes así como iniciar el proceso de actualización y perfeccionamiento de los programas distantes.

La red residencial que se muestra en la Figura 2 está conectada a un multiplexor de acceso de la línea de abonado digital (DSLAM) con alambre de cobre empleando una conexión de Ethernet entre el módem xDSL y la unidad DRG22. Las señales se transmiten desde el terminal de intercambio (ET) hacia el encaminador de IP y la red virtual de área local por una red de fibra. El sistema de gestión del operador controla los gestores de la DRG y del DSLAM con el fin de garantizar la gestión extremo a extremo.

Figura 2 – Ejemplo de implementación de la DRG



El habilitador de telefonía de banda ancha (BTE) es el componente fundamental de una solución VoIP de extremo a extremo y está compuesto por un controlador de acceso, una cabecera y un administrador de elemento de clase telefónica. La solución se basa en las normas actuales más comunes. Sus características principales son adaptabilidad, capacidad, redundancia y gama de servicios.

Varias soluciones de Ericsson pueden integrarse en la cartera de productos VoIP de extremo a extremo tales como, equipo Ethernet público, equipo activo y pasivo para redes de fibra y soluciones de acceso Ethernet xDSL.

Los sistemas DRG y BTE, junto con los gestores de elementos DRG/BTE, son una de las pocas soluciones de telefonía y servicios de banda ancha disponibles en el mercado que se centran en las características de las redes con el fin de alcanzar un alto nivel de seguridad y calidad de servicio (QoS) y una argumentación comercial favorable basada en la actualización y la gestión a distancia de los programas de los equipos en las instalaciones del cliente (CPE).

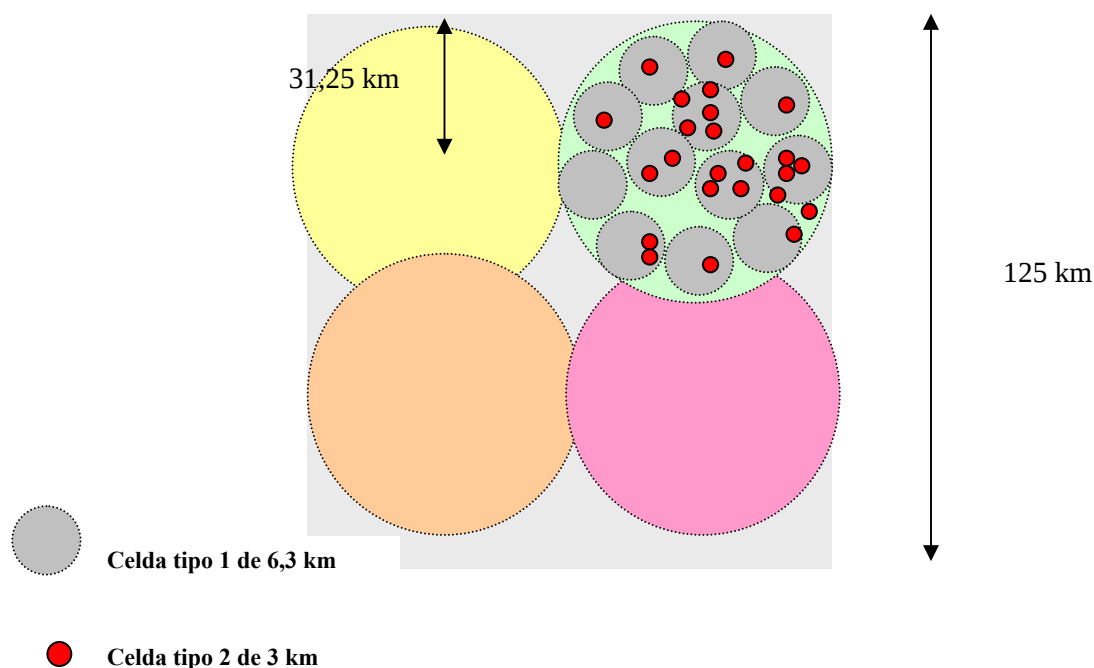
III.4.5 Israel: Instalación de la norma 802.16 en zonas rurales

La norma IEEE 802.16a es una norma de alta capacidad que utiliza tecnología OFDM/OFDMA en los sentidos ascendente/retorno y descendente/hacia adelante, y permite altas velocidades de datos combinados de más de 18 Mbit/s en un canal de 8 MHz de ancho de banda (media de 2,2 bit/(s*Hz)). Comparada con los sistemas de generación avanzada conocidos en aplicaciones fijas (2 Mbit/s), la norma IEEE 802.16a tiene una capacidad diez veces más elevada que puede compartirse en una gran comunidad de usuarios, en una amplia zona geográfica e, idealmente, en zonas rurales o densamente pobladas.

El sistema es sumamente adaptativo y emplea sistemas de modulación diferentes (nQAM) y códigos de corrección de errores (códigos Viterbi, RS y Turbo) con velocidades de codificación diferentes. La atribución dinámica de recursos garantiza una atribución óptima del ancho de banda necesario, adaptado a la aplicación de usuario utilizada. El sistema soporta numerosas aplicaciones de telecomunicaciones tales como Internet de alta velocidad, videoconferencia, VoIP, cibercomercio, VoD, etc. En la siguiente contribución se describe una instalación típica en varias fases de instalación de infraestructuras en países en desarrollo en las cuales la infraestructura ya instalada, de estaciones de base y de conexiones entre estaciones de base, se optimiza para mantener al mínimo los costos de infraestructura al tiempo que se proporcionan servicios de telefonía IP e Internet fiables. Además, el diseño es modular y evolutivo para permitir la multiplicación de instalaciones en otras zonas sin recurrir a ningún cambio, ya sea del diseño del sistema y/o de la planificación de frecuencias.

Hipótesis básicas de desarrollo rural:

- Instalación en una zona rural típica escasamente poblada en la cual viven 100 a 200 personas por km² (20-40 hogares), una tasa de penetración de 80%, y 25% de los abonados (hogares) activos al mismo tiempo (4-8 hogares por km²).
- Se supone que la zona total de cobertura es de 125 km por 125 km divididos en cuatro zonas de 62,5 km de radio. El lanzamiento se efectuará inicialmente en una de las cuatro zonas.
- La infraestructura debería admitir un lanzamiento inicial para 31 250 hogares activos (en dos fases).
- La infraestructura debería poderse ampliar para admitir hasta 125 000 hogares en las cuatro regiones. La velocidad de datos atribuida a cada hogar es de 128 kbit/s.
- En la fase-1, 15 625 hogares de una zona recibirán servicio de 31 estaciones de base (que ofrecerán servicios de telecomunicaciones completos), instaladas cada una en una célula de 6,3 km de radio. Se necesitarán cuatro canales en la banda 2,4-2,6 GHz (de 8 MHz de ancho de banda cada uno) para el enlace descendente, y cuatro canales adicionales (8 MHz cada uno) en el enlace ascendente.
- En la fase-2 se instalarán estaciones de base adicionales en la misma región para prestar servicio a 15 625 hogares adicionales y ofrecer servicios totalmente simétricos en ciertas partes de la zona de cobertura; cada una cubrirá un radio de 3 km.
- El equipo en las instalaciones del cliente proporcionado a los abonados tendrá una antena direccional en exteriores.
- Se garantizará una velocidad de datos mínima de 128 kbit/s en horas punta.
- Se proporcionará una velocidad de datos media de 160 a 425 kbit/s en horas normales.
- En algunas CPE podrá obtenerse una velocidad de cresta de hasta 18 Mbit/s.

Figura 3 – Instalación típica en zonas rurales y suburbanas

Descripción del sistema

La instalación está concebida para comenzar con una de las cuatro zonas, experimentar un crecimiento gradual de la comunidad de abonados, comenzando con la cartera inicial de 15625 abonados en el lanzamiento, seguida por instalaciones sucesivas de estaciones de base, a fin de hacer frente al aumento del número de abonados (hogares). Se prevé que haya más de un usuario en algunos de los hogares.

La zona está dividida en cuatro amplias regiones de dimensiones comparables. La zona tiene unas dimensiones de 125×125 km, que al dividirse en cuatro regiones nos da una región de un radio de 31,25 km.

Instalación del sistema

El diseño óptimo, que permite lograr una cobertura total de una de las zonas y reducir lo más posible el número de estaciones de base, se basa en un planteamiento celular en el cual las estaciones de base están instaladas en células de 6,3 km de radio. El número total de estaciones de base necesarias para obtener una cobertura completa de una zona que da servicio a 31250 usuarios es de 62 estaciones de base (suponiendo 25% de hogares activos al mismo tiempo).

Cada estación de base está integrada por las dos partes siguientes, desde el punto de vista de la partición del espectro y de los servicios proporcionados:

Parte 1 – La primera instalación de estaciones de base en una de las cuatro zonas estará destinada a 15650 hogares. La velocidad de datos combinada que puede obtenerse en DL o UL es de 64 Mbit/s, compartidos entre 500 abonados (hogares). La instalación de 31 estaciones de base permitirá alcanzar en total 15625 hogares.

Parte 2 – A continuación seguirá la segunda fase de instalación de estaciones de base que ampliará la capacidad del sistema para la prestación de servicios simétricos a abonados adicionales de la misma región. Las estaciones de base de la segunda serie serán iguales que las de la primera fase. Cada estación de base está instalada en una red de células más densa de 3 km de radio cada una. La instalación de estaciones de base adicionales dentro de las células más amplias de 6,3 km permitirá proporcionar una velocidad de 64 Mbit/s por estación de base.

Suponiendo una utilización simultánea media de 25%, se puede garantizar una velocidad de datos de 128 kbit/s, y los abonados con un presupuesto de enlace favorable podrán obtener velocidades de datos hasta 2,5 veces superiores. Si se utilizan técnicas de multiplexión estadísticas la velocidad puede multiplicarse hasta por 20.

Diseño

- Banda de frecuencias: 2,4-2,6 GHz
- Potencia de transmisión de la estación de base: 37 dBm
- Ganancia de antena de transmisión/recepción de estación de base: 16 dBi
- Potencia de transmisión CPE: 23 dBm
- Ganancia de antena de transmisión/recepción CPE: 18 dB
- Modelo de propagación UL, DL: próximo a visibilidad directa
- Velocidad de datos combinada DL, UL: 18 Mbit/s
- No se intenta lograr diversidad en estación de base o CPE.

Aspectos económicos

El sistema BWA basado en la norma IEEE 802.16a puede instalarse en zonas rurales o escasamente atendidas y permite la prestación de numerosos servicios de telecomunicaciones. Se necesita una inversión inicial de menos de 350 USD/hogar para el suministro de las CPE y la instalación de infraestructura para los primeros 31 250 abonados en una zona (rural, suburbana), y se estima posible rentabilizar la inversión en menos de 2 años. Este cálculo no tiene en cuenta gastos tales como los de licencia de espectro y el costo de los equipos necesarios para proporcionar los servicios, tales como encaminadores, cabeceras, conmutadores y equipos de red intracelulares.

III.5 Asia-Pacífico

III.5.1 Niue: Wi-Fi en Niue, Pacífico Sur

La isla de Niue del Pacífico Sur, con una superficie aproximada de 260 km², cuenta con 1 750 habitantes. Su economía adolece de los mismos problemas que las islas del Pacífico, como el aislamiento geográfico, la escasez de recursos y poca densidad demográfica. El turismo, que hasta hace poco era la fuente principal de ingresos, ha disminuido notablemente. Además, una gran cantidad de su población abandonó en los últimos años la isla como consecuencia de la depresión económica. En un esfuerzo por redinamizar el turismo, la economía, y aumentar la población, la pequeña isla de Niue lanzó el primer servicio mundial de acceso a Internet Wi-Fi a lo largo y ancho del territorio. Después de haber introducido el servicio gratuito de correo electrónico en 1997, la sociedad de usuarios Internet de Niue puso en marcha un servicio gratuito de acceso a Internet para la isla en 1999. Inicialmente el grupo se creó para financiar el alto costo de las conexiones Internet por satélite en esta isla remota. Sin embargo, se escogió la tecnología Wi-Fi ya que se ajustaba mejor a las necesidades de la isla, cuyas condiciones climáticas inclementes (lluvia, rayos, agua salada y alto grado de humedad) ocasionan graves problemas a las líneas por satélite y a las líneas de cobre subterráneas. La sociedad de usuarios Internet de Niue creó una red muy amplia que incluye repetidores alimentados con energía solar que se colocaron en los cocoteros para que todos los habitantes de la isla y sus visitantes puedan tener acceso libre y gratuito a Internet. El acceso a Internet sin restricciones desde cualquier lugar de la isla fue la estrategia principal que se utilizó para redinamizar el turismo. La mayor parte del turismo de Niue proviene del tráfico de yates que la visitan durante el periodo en que no hay ciclones. La vasta cobertura inalámbrica constituyó un atractivo suplementario para los visitantes. Los yates equipados con computadoras a bordo pueden atracar en el puerto y acceder gratuitamente a todos los servicios Internet desde sus naves. Además, los consultores y otros visitantes que llevan computadoras portátiles con sistema Wi-Fi también pueden conectarse a Internet. Gracias a la conectividad de banda ancha inalámbrica, Niue se ha convertido en un entorno sumamente diverso para las tecnologías de comunicaciones y, por esa razón, la isla ha logrado atraer más turistas e incentivar las inversiones.

ANEXO I

Definición de la Cuestión

Cuestión 20-1/2 – Examen de las tecnologías de acceso para las comunicaciones de banda ancha

Este estudio debería incluir un análisis económico de los factores que afectan el despliegue de las diversas tecnologías de acceso de banda ancha. El estudio debería incluir asimismo un examen de los beneficios que entraña la utilización de tecnologías de banda ancha, teniendo en cuenta la perspectiva de género.

1 Antecedentes

Durante el periodo de estudios 1998-2002, la Comisión de Estudio 2 analizó, en el marco de la Cuestión 12-1/2, las comunicaciones de banda ancha por el hilo de cable tradicional o la línea de abonado digital (DSL), principalmente debido a su capacidad para multiplicar las inversiones existentes realizadas por las administraciones en materia de telecomunicaciones. Habida cuenta del rápido avance de las tecnologías de telecomunicaciones desde 1998, actualmente se dispone de otras tecnologías de acceso de banda ancha, alámbrico e inalámbrico, con una calidad de funcionamiento respecto de la DSL similar o mayor. Las tecnologías de banda ancha permiten el despliegue de aplicaciones tales como la telemedicina, el aprendizaje a distancia, los servicios de gobierno electrónico, el teletrabajo, la seguridad pública, la seguridad nacional, el acceso a Internet y el acceso a Intranet.

El UIT-D puede prestar asistencia a los Estados Miembros y los Miembros de los Sectores para facilitar la comprensión de las diferentes tecnologías disponibles para las comunicaciones de acceso de banda ancha. Asimismo, el UIT-D puede ayudar a los Estados Miembros y Miembros de los Sectores a analizar los aspectos económicos del despliegue de tecnologías de acceso de banda ancha, incluida la interacción de esas soluciones de red de acceso en la infraestructura de red existente futura.

2 Asuntos objeto de discusión

Identificar los aspectos técnicos, económicos e inherentes al desarrollo que influyen en el despliegue eficaz de tecnologías y aplicaciones de acceso de banda ancha.

3 Resultados previstos

- Se debería publicar un Informe, en el que se incorporen las conclusiones de la Cuestión 12-1/2 a principios de 2004, proseguido de actualizaciones periódicas.
- Análisis de los factores económicos, técnicos e inherentes al desarrollo que influyen en el despliegue eficaz de tecnologías de acceso de banda ancha. Esto entrañaría asimismo una evaluación de la demanda de dichas tecnologías y servicios en los países en desarrollo, dejando constancia de los aspectos relacionados con el género.
- Un diagrama de las diferentes tecnologías de acceso de banda ancha y sus atributos.

4 Calendario

En el curso del próximo periodo de estudios del UIT-D.

5 Autores/patrocinadores

Países industrializados y en desarrollo.

6 Origen de las aportaciones

- 1) Compilación de las contribuciones y datos conexos de los Estados Miembros, así como de las organizaciones y grupos enumerados *infra* en la Parte 9 de este documento.
- 2) Examen de las Cuestiones de las Comisiones de Estudio del UIT-T y el UIT-R relacionadas con este tema.
- 3) Debate de las Comisiones de Estudio pertinentes del UIT-D.

7 Destinatarios de los resultados

a)

	Países desarrollados	Países en desarrollo	PMA
Encargados de la formulación de políticas de telecomunicaciones	Sí	Sí	Sí
Reguladores de telecomunicaciones	Sí	Sí	Sí
Proveedores de servicios	Sí	Sí	Sí
Fabricantes	Sí	Sí	Sí

b) Destinatarios – ¿Quiénes utilizarán concretamente los resultados?

Estos resultados serán útiles para los fabricantes, operadores, organismos de reglamentación y proveedores de servicios de todo el mundo, incluidos los de los países en desarrollo y los PMA.

8 Método para abordar la Cuestión o el asunto

Se propone que esta Cuestión se aborde en una **Comisión de Estudio**.

9 Coordinación del estudio

El Grupo de Relator del UIT-D que se ocupa de esta Cuestión debe mantener una coordinación estrecha con:

- las Comisiones de Estudio pertinentes del UIT-T y del UIT-R;
- otras organizaciones internacionales y regionales, según proceda.

ANEXO II

Análisis de las respuestas al cuestionario

Action required

Participants are invited to send their comments to BDT Secretariat **by January 2004 at the latest**. After inclusion of the comments received, the analysis will be finalised and put on the Study Group Web site.

Action demandé

Les participants sont invités à envoyer leurs commentaires au Secrétariat du BDT **au plus tard à la fin du mois de janvier 2004**. Après l'insertion des commentaires reçus, l'analyse sera définitivement mise au point et affichée sur le site web de la Commission d'études.

Acción requerida

Se invita a los participantes a que envíen sus comentarios a la Secretaría de la BDT **en enero de 2004 a más tardar**. Una vez incluidos los comentarios que se reciban se hará el correspondiente análisis, que se comunicará en el sitio web de la Comisión de Estudio.

Resumen

Esta contribución contiene el proyecto del análisis de las respuestas al cuestionario sobre comunicaciones de banda ancha enviado, que ha sido preparado por un experto externo de la BDT⁹¹.

ÍNDICE DEL ANEXO II

Lista de figuras
Introducción
Metodología
Tecnología
Competencia
Acceso
Fijación de precios y utilización del servicio
Barreras contra el despliegue del acceso en banda ancha
Calidad del servicio
Asuntos varios

Lista de Cuadros

Cuadro 1 – Países que respondieron al cuestionario
Cuadro 2 – Otras tecnologías empleadas en los países que respondieron para prestar servicios de banda ancha
Cuadro 3 – Países que respondieron que autorizan la competencia en el bucle local
Cuadro 4 – Países que han respondido que no autorizan la competencia en el bucle local
Cuadro 5 – Barreras de género a la adopción de la banda ancha
Cuadro 6 – Precios medios de la marcación y los servicios de banda ancha en las regiones definidas por la UIT
Cuadro 7 – Modelos de precios para la utilización común
Cuadro 8 – Países en los que no se otorgan préstamos o asistencia financiera para el despliegue de servicios de banda ancha

⁹¹ Sr. Phillip Trotter, Tel.: +33450201703, Correo-e: PhillipTrotter@handprint.ch

Lista de Figuras

- Figura 1 – Tecnologías alámbricas utilizadas para proporcionar servicios de banda ancha
- Figura 2 – Tecnologías inalámbricas utilizadas para proporcionar servicios de banda ancha
- Figura 3 – Número de operadores que ofrecen servicios de Internet a gran velocidad
- Figura 4 – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones DSL
- Figura 5 – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones por cable
- Figura 6a – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones inalámbricas
- Figura 6b – Porcentaje de los operadores que ofrecen otras tecnologías de conexión en banda ancha
- Figura 7 – Porcentaje de hogares con acceso a la DSL, cable y línea inalámbrica
- Figura 8 – Porcentaje de empresas que tienen acceso a las tecnologías de banda ancha
- Figura 9 – Porcentaje de empresas con acceso a DSL, cable y tecnologías inalámbricas
- Figura 10 – Porcentaje de abonados rurales a la telefonía con acceso a las tecnologías de banda ancha
- Figura 11 – Principales obstáculos contra el despliegue de acceso en banda ancha
- Figura 12 – Principales factores de costo que limitan la generalización de la banda ancha
- Figura 13 – Escala de dificultades que suscita la financiación de los servicios de banda ancha
- Figura 14 – Velocidad media del flujo descendente de datos para DSL
- Figura 15 – Velocidad media del flujo descendente de datos del cable
- Figura 16 – Velocidad media del flujo descendente de datos tratándose de servicios inalámbricos
- Figura 17 – Tecnologías de banda ancha de rápido crecimiento
- Figura 18 – Categorías de aplicaciones en las que se utiliza banda ancha

Introducción

Tras la reunión del Grupo de Relator para la Cuestión 20/2: Examen de las tecnologías de acceso para las comunicaciones de banda ancha, celebrada el 3 de marzo de 2003, se distribuyó, mediante la Carta Circular CA/25 del UIT-D, un cuestionario (véase el Apéndice del Anexo 2), en el que se pedía a los Estados Miembros, los Miembros de Sector y las organizaciones y empresas interesadas que identificasen las correspondientes tecnologías de acceso inalámbrico e inalámbrico de banda ancha, así como sus atributos. El cuestionario tenía por objeto también contribuir a la identificación de factores económicos, técnicos y de desarrollo que influyen en la práctica sobre el desarrollo y la accesibilidad de las tecnologías y aplicaciones de acceso de banda ancha. En el presente Informe se resumen los resultados de las respuestas recibidas por la UIT hasta junio de 2003.

A mediados de junio de 2003 se habían recibido 55 respuestas de 49 países de las cinco Regiones de la UIT. En el Cuadro 1 puede verse la lista de los países que respondieron y se indican mediante un paréntesis qué países respondieron más de una vez.

Cuadro 1 – Países que respondieron al cuestionario

África	América	Asia-Pacífico	Estados Árabes	Europa
Chad	Barbados	Israel (2)	Egipto	Armenia
Côte d'Ivoire (2)	Bolivia	Japón (2)	Emiratos Árabes Unidos	Belarús
Etiopía	Brasil	Corea (Rep. de)		Bélgica
Malawi	Canadá	Maldivas		Bosnia
Mauricio	Chile	Myanmar		Bulgaria
Nigeria	Costa Rica	Nepal		Dinamarca
República Sudafricana	República Dominicana	Pakistán		Estonia
Uganda	Ecuador	Filipinas (3)		Hungría
	Guyana	Sri Lanka		Lituania
	Honduras	Tailandia		Malta
	México	Tonga		Noruega
		China		Polonia
		India		Portugal
				España
				Suiza (2)

Metodología

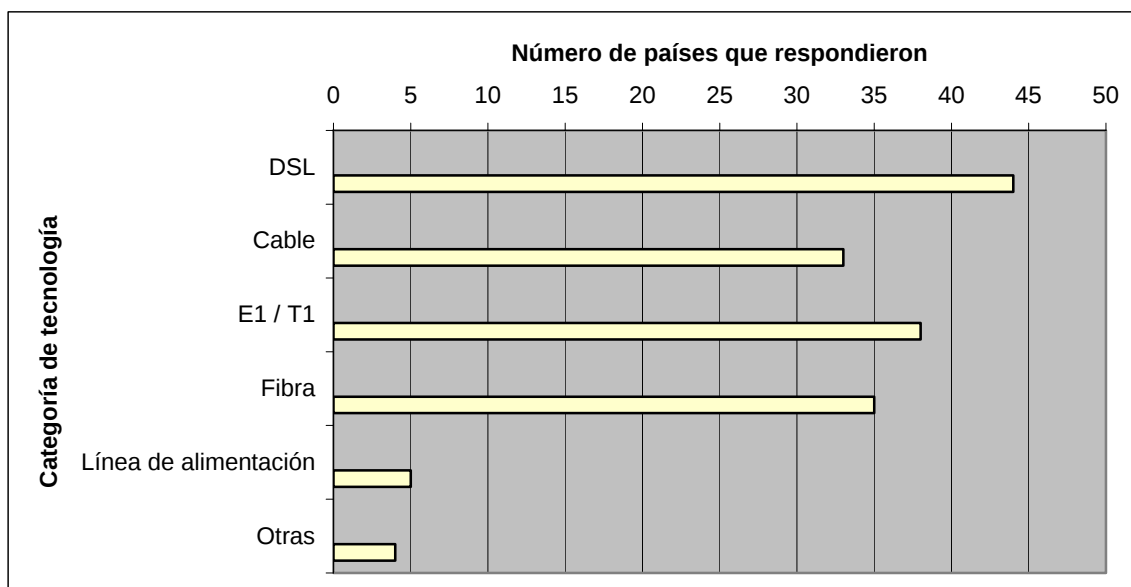
En lo que concierne al flujo de trabajo, se utilizó el servidor MySql para almacenar las respuestas al cuestionario y ToolMagic's MySQL junto con Microsoft Access, para extraer y resumir los datos. Además, se recurrió a Microsoft Excel a fin de generar gráficos y realizar el análisis numérico. Por su parte, el Informe Final se redactó con Microsoft Word.

En este Informe, que se concibió con la idea de que correspondiese a la estructura del cuestionario, se resumen los resultados a que dieron lugar las respuestas al cuestionario. Cuando se recibió más de una respuesta por parte de un Estado Miembro y así se estimó oportuno, los datos se consolidaron durante su análisis, y en el caso de informaciones divergentes sólo se seleccionaron los datos que procedían de fuentes verificables. De ahí que hayamos utilizado la expresión «países que respondieron» para indicar la información proporcionada no por cada una de las organizaciones que cumplieron el cuestionario sino por el país en que éstas se encuentran situadas.

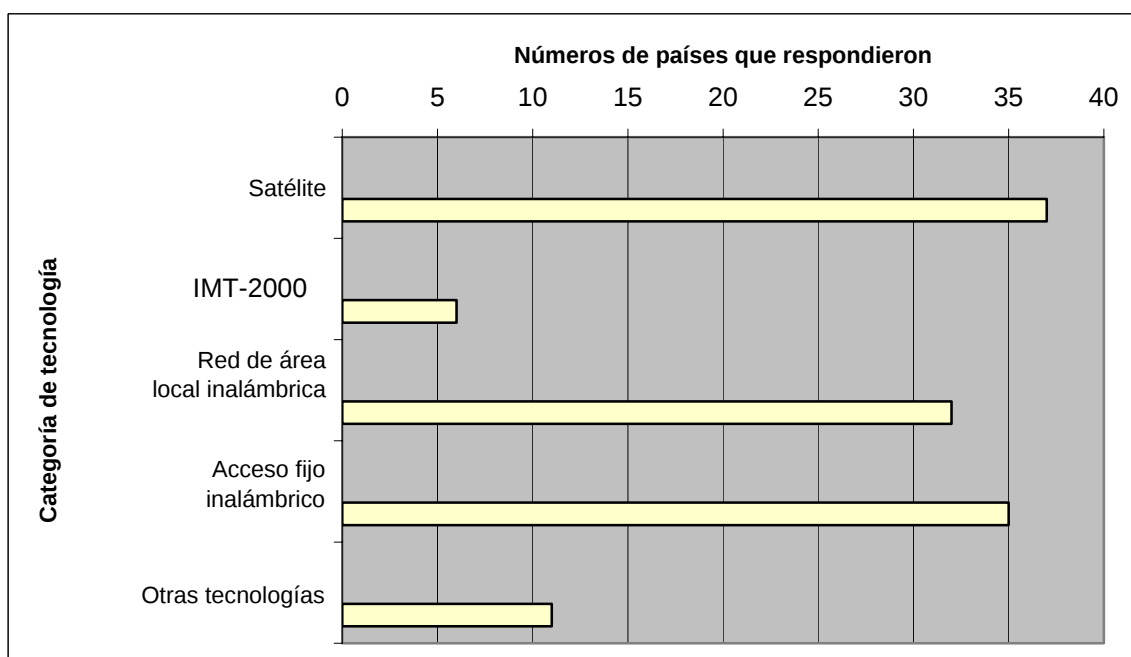
Para facilitar los debates durante la correspondiente reunión de la Comisión de Estudio, en el Informe se indican los datos facilitados en respuesta a una pregunta al parecer, ambigua o interpretada erróneamente.

Tecnología

La idea fue que la sección tecnológica del cuestionario permitiese descubrir cuáles son las tecnologías de banda ancha que se aplican para suministrar servicios basados en banda ancha. De la Figura 1 se desprende claramente que la tecnología predominante hoy en día para prestar servicios de banda ancha en redes de línea alámbrica es la DSL, a la cual sigue en cuanto a utilización la más tradicional E1/T1 (las interfaces E1 y T1 proporcionan, respectivamente, velocidades de acceso de 2048 kbit/s y 1544 kbit/s. Por lo que hace al análisis de las WAN, véase la interfaz expuesta en las Recomendaciones UIT-T G.703 y UIT-T G.704), así como las conexiones de fibra y cable.

Figura 1 – Tecnologías alámbricas utilizadas para proporcionar servicios de banda ancha

Según se indica en la Figura 2 se recurre con gran frecuencia a las tecnologías alámbricas para prestar servicios de banda ancha en los países en desarrollo, donde se utilizan redes por satélite, fija inalámbrica y de área local inalámbrica, con el fin de allanar los obstáculos que se plantean cuando las soluciones inalámbricas resultan inadecuadas.

Figura 2 – Tecnologías inalámbricas utilizadas para proporcionar servicios de banda ancha

Tratándose de las soluciones alámbricas para prestar servicios de banda ancha, varios países aplican soluciones tecnológicas diferentes de DSL, cable, E1/T1, fibra y línea de alimentación, por ejemplo RDSI y ATM.

En materia de opciones con respecto a las principales tecnologías inalámbricas de satélite, IMT-2000 o LAN inalámbrica, analizando las respuestas al cuestionario puede verse que Sudáfrica y Canadá utilizan técnicas ópticas de láser en el espacio libre, Estonia el servicio general de radiodifusión en paquetes (GPRS) y Ecuador soluciones de espectro ensanchado. En el Cuadro 2 se resumen las demás tecnologías indicadas por los países que respondieron.

Cuadro 2 – Otras tecnologías empleadas en los países que respondieron para prestar servicios de banda ancha

País	Otras soluciones inalámbricas
Armenia	802.11b Radio Ethernet
Belarús	GPRS, IMT-MC-450
Bolivia	MMDS (sistemas de distribución multicanal multipunto), LMDS (sistemas de distribución local multipunto)
Brasil	Actualmente, se utilizan sistemas de distribución multicanal multipunto (MMDS) y se están desplegando sistemas de distribución local multipunto especializados en el suministro de servicios de banda ancha
Canadá	Ciertas empresas utilizan en algunos centros urbanos la técnica opcional de láser en el espacio libre
Ecuador	La tecnología de espectro ensanchado (técnica de comunicación que distribuye la anchura de banda de una señal entre una amplia gama de frecuencias con propósitos de transmisión y a continuación se recompone en el receptor la anchura original de la banda de datos)
Estonia	GPRS
Etiopía	El acceso basado en fibra se utiliza en Addis Ababa y otras grandes ciudades
Corea (Rep. de)	CDMA 1X (con arreglo a nuestra definición y a la que ha dado también Corea, esta tecnología es de la generación 2,5G y no así de la tercera generación IMT-2000)
República Sudafricana	Óptica en el espacio libre (láser)
Sri Lanka	Microonda punto a punto

Competencia

La sección consagrada a este tema en el cuestionario tiene por objeto evaluar el grado de competencia en el ámbito de los servicios Internet, el suministro de bucle local y entre diferentes tecnologías de banda ancha, así como determinar la forma en que un gran número de operadores ofrece Internet de alta velocidad, DSL, cable, soluciones alámbricas, etc.

De los países que respondieron, sólo 4 no permiten la competencia en servicios Internet:

Etiopía, Costa Rica, Filipinas y Emiratos Árabes Unidos.

Como se indica en el Cuadro 3, veintiocho de los países que respondieron autorizaron a la competencia en el bucle local.

Cuadro 3 – Países que respondieron que autorizan la competencia en el bucle local

• Chad	• Japón
• Nigeria	• Corea (Rep. de)
• República Sudafricana	• Myanmar
• Uganda	• Sri Lanka
• Bolivia	• Tailandia
• Brasil	• Tonga
• Canadá	• Bélgica
• Chile	• Bulgaria
• República Dominicana	• Dinamarca
• Ecuador	• Malta
• Guyana	• Noruega
• México	• Portugal
• China	• España
• India	• Suiza

Mientras que, como se indica en el Cuadro 4, los siguientes 21 países no han procedido de esta forma:

Cuadro 4 – Países que han respondido que no autorizan la competencia en el bucle local

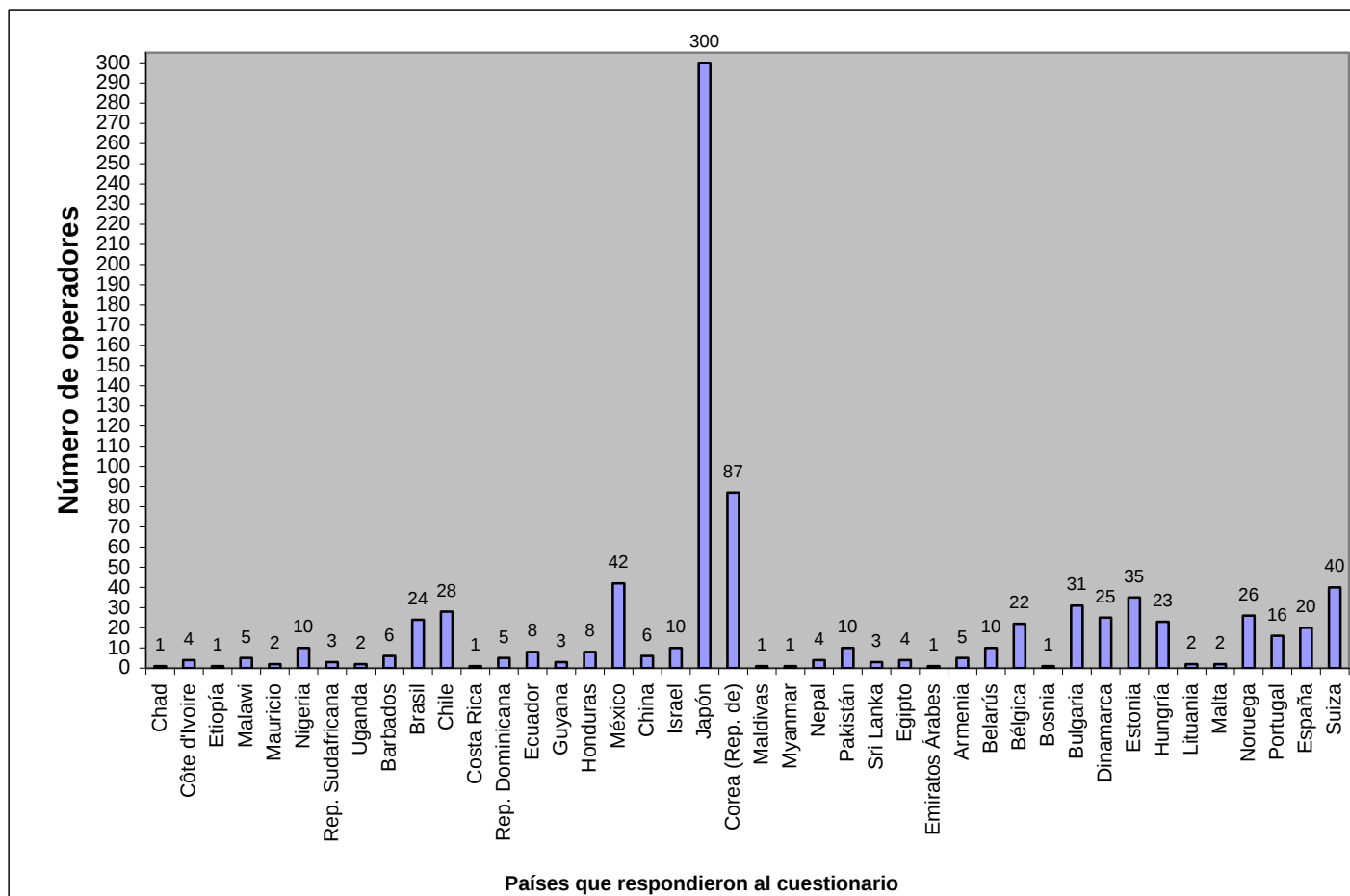
• Côte d'Ivoire	• Filipinas
• Etiopía	• Egipto
• Malawi	• Emiratos Árabes Unidos
• Mauricio	• Armenia
• Barbados	• Belarús
• Costa Rica	• Bosnia
• Honduras	• Estonia
• Israel	• Hungría
• Maldivas	• Lituania
• Nepal	• Polonia
• Pakistán	

Treinta y nueve de los países a los que se dirigió el cuestionario autorizan la competencia entre las diferentes tecnologías de banda ancha, mientras que diez no lo hacen:

• Etiopía	• Maldivas
• Malawi	• Nepal
• Barbados	• Filipinas
• Costa Rica	• Emiratos Árabes Unidos
• India	• Bosnia

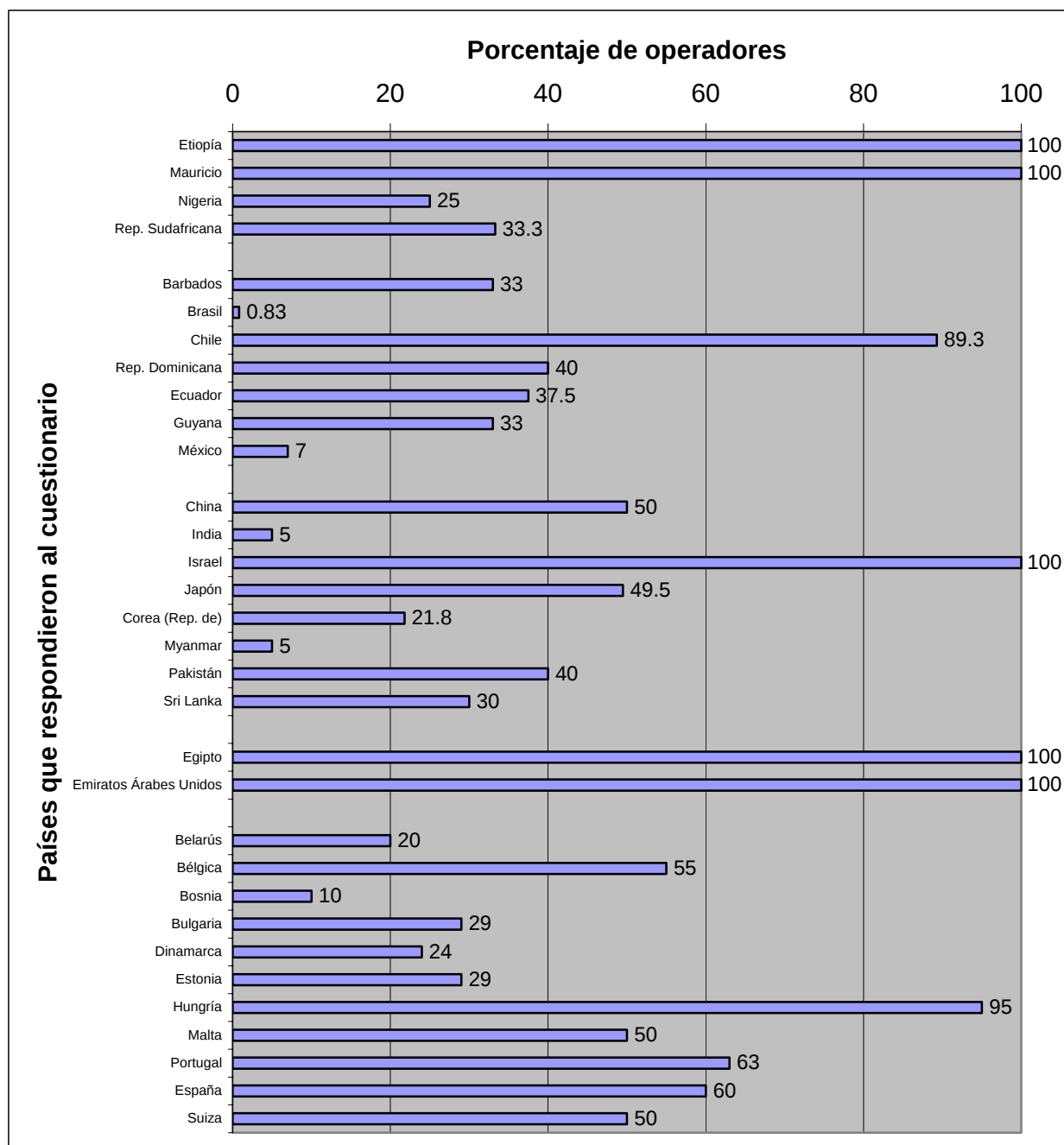
En el siguiente gráfico (Figura 3) se indica el número de operadores que ofrecen Internet a gran velocidad.

Figura 3 – Número de operadores que ofrecen servicios de Internet a gran velocidad

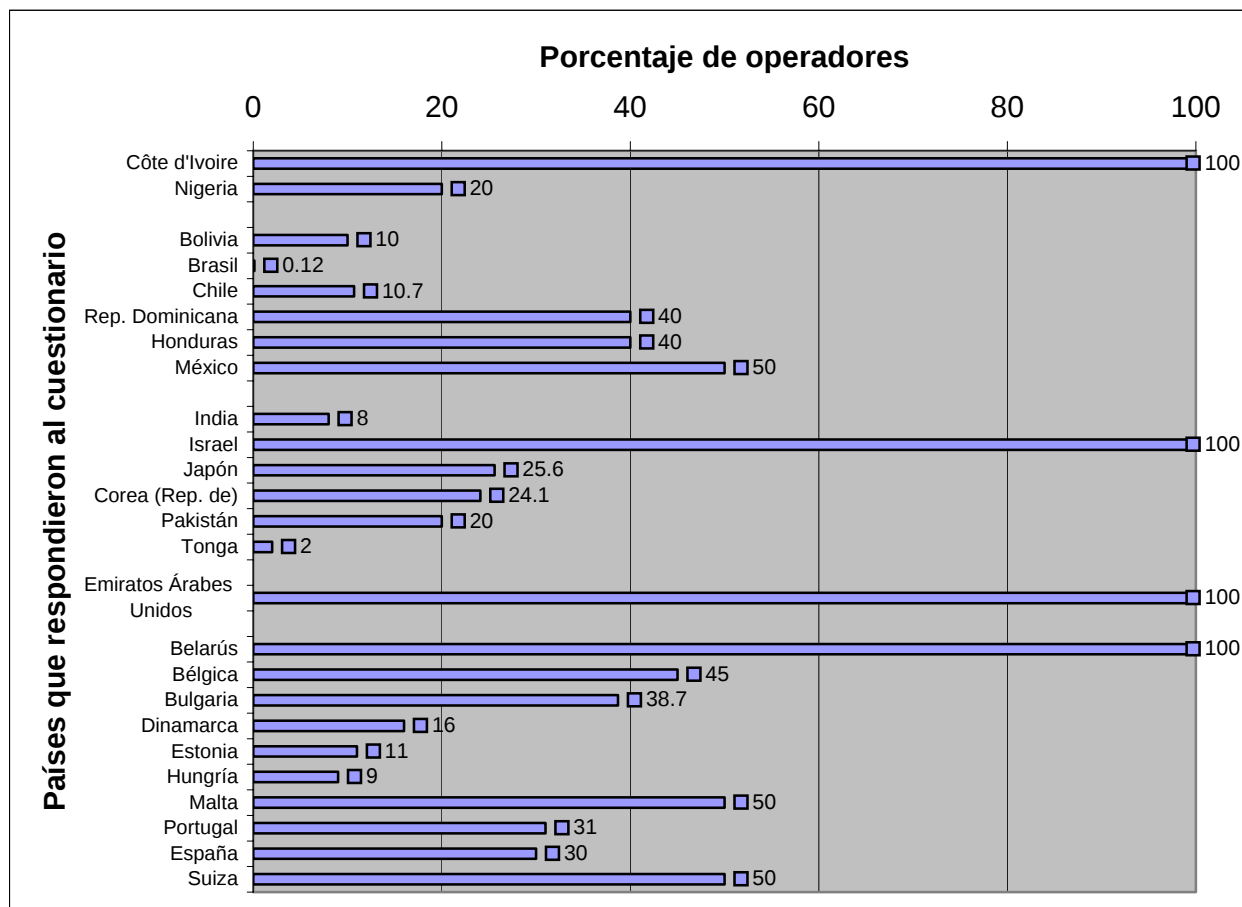


En el siguiente grupo de gráficos se determina el porcentaje de operadores que ofrecen DSL, módem por cable y servicios inalámbricos de banda ancha.

Figura 4 – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones DSL⁹²



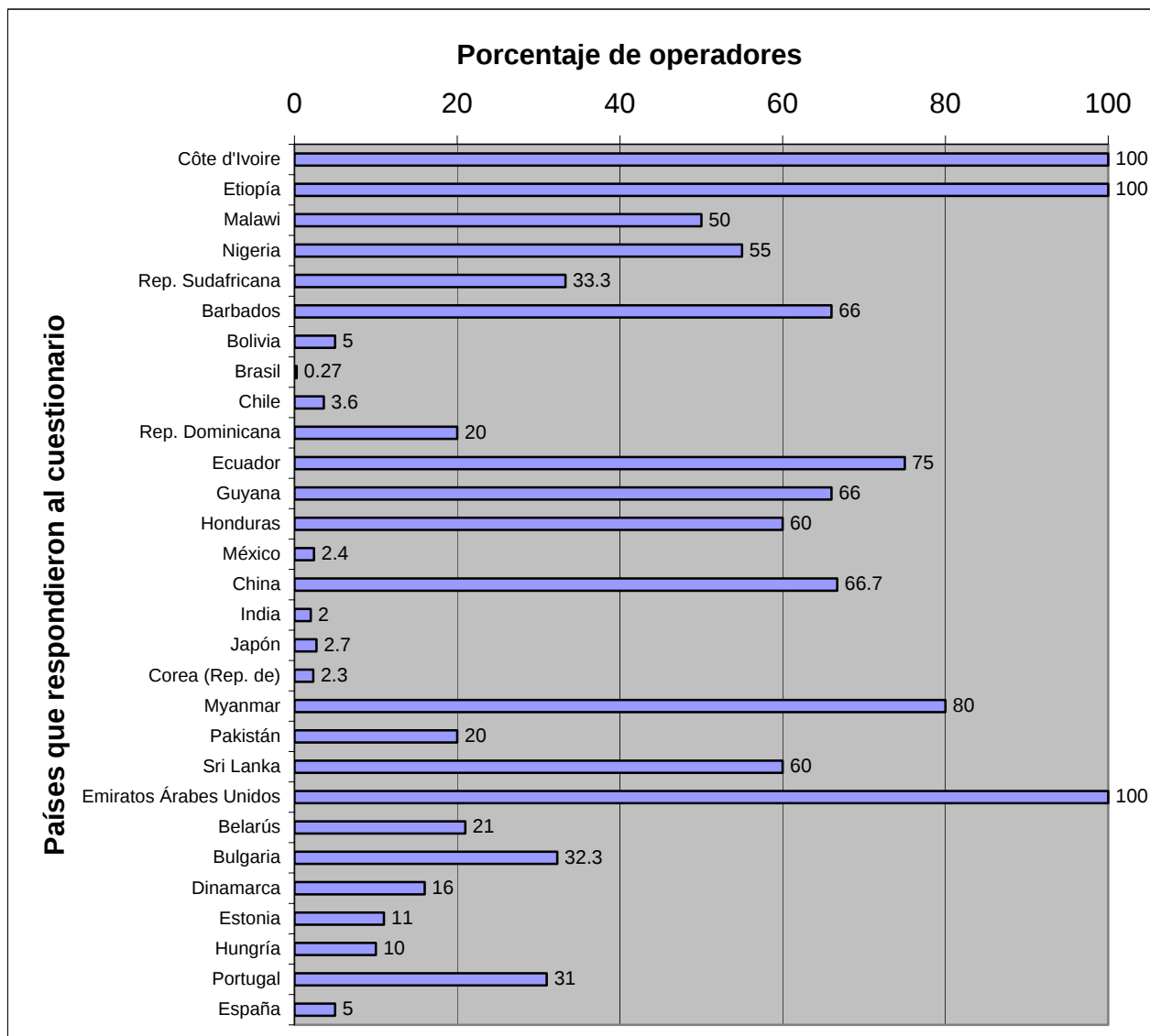
⁹² En Etiopía, donde ETC es el único proveedor de servicios Internet, no se compite a la hora de prestar servicios Internet y, como ETC ofrece DSL y HDSL, el porcentaje resultante es 100%. Habría que señalar que esta cifra no debe interpretarse en el sentido de que se proporcione una cobertura total o un acceso integral DSL.

Figura 5 – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones por cable

NOTA – El 0,12% del que informó Brasil no indica la escala utilizada para preparar este cuadro.

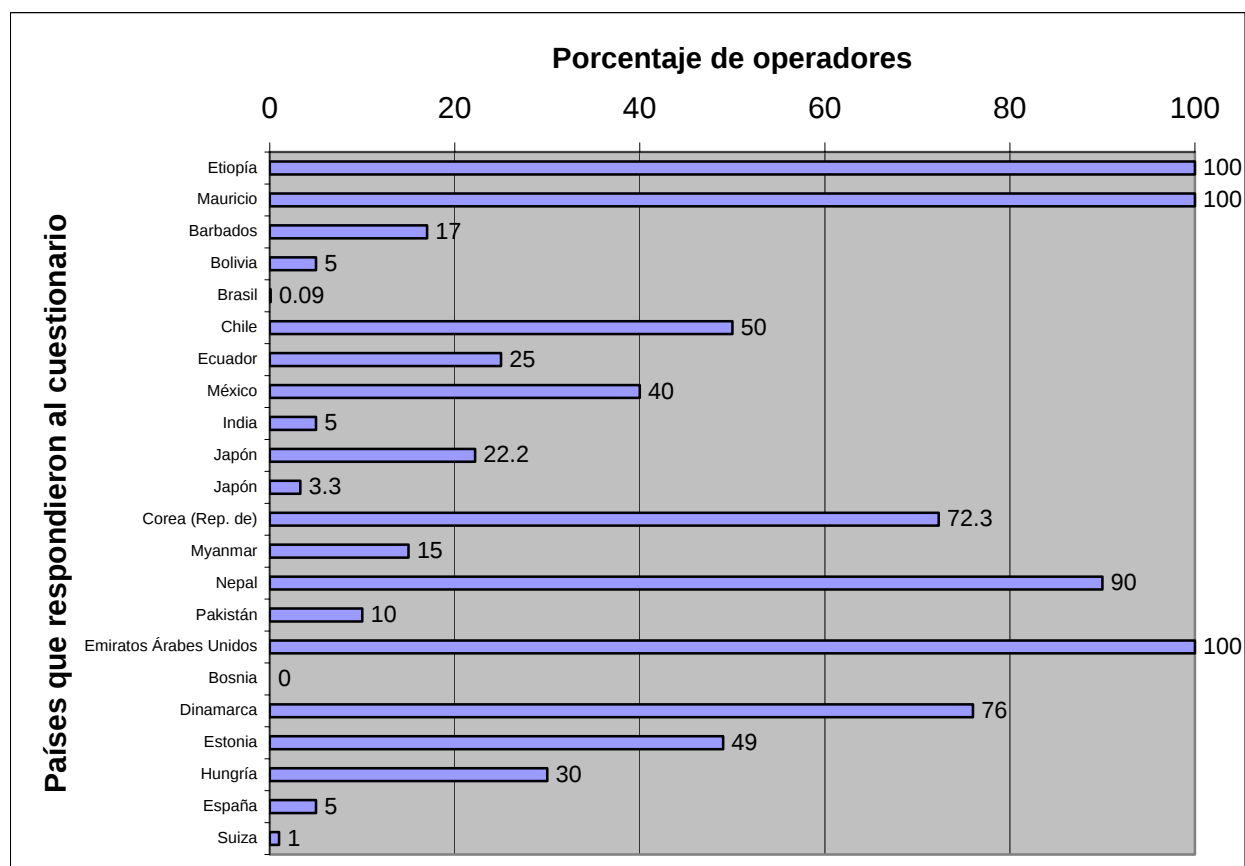
Al analizar las respuestas recibidas, resultó evidente que podría haber cierta confusión en las respuestas referentes al número de operadores que ofrecían servicios por cable. Si bien algunos de los países que respondieron al cuestionario informaron de que en sus territorios no se aplicaban tecnologías por cable para entregar servicios de banda ancha, indicaron que una parte de sus operadores ofrecía servicios por cable. Para tener en cuenta esta aparente contradicción, no se han incluido en el gráfico anterior (Figura 5) las empresas que indicaron que no utilizaban tecnologías por cable⁹³.

⁹³ Éste es el caso de Etiopía y Egipto. En Côte d'Ivoire no parece que todos los operadores ofrezcan servicios por cable: Africa Online da servicios por cable a empresas, mientras que AfNet suministra servicios de línea fija. La cifra que corresponde a Côte d'Ivoire está pendiente de confirmación.

Figura 6a – Porcentaje de operadores que ofrecen conexiones inalámbricas

En el siguiente gráfico puede verse el porcentaje de operadores que ofrecen otras tecnologías de acceso en banda ancha, tales como redes de satélite, GPSR y redes de fibra óptica⁹⁴.

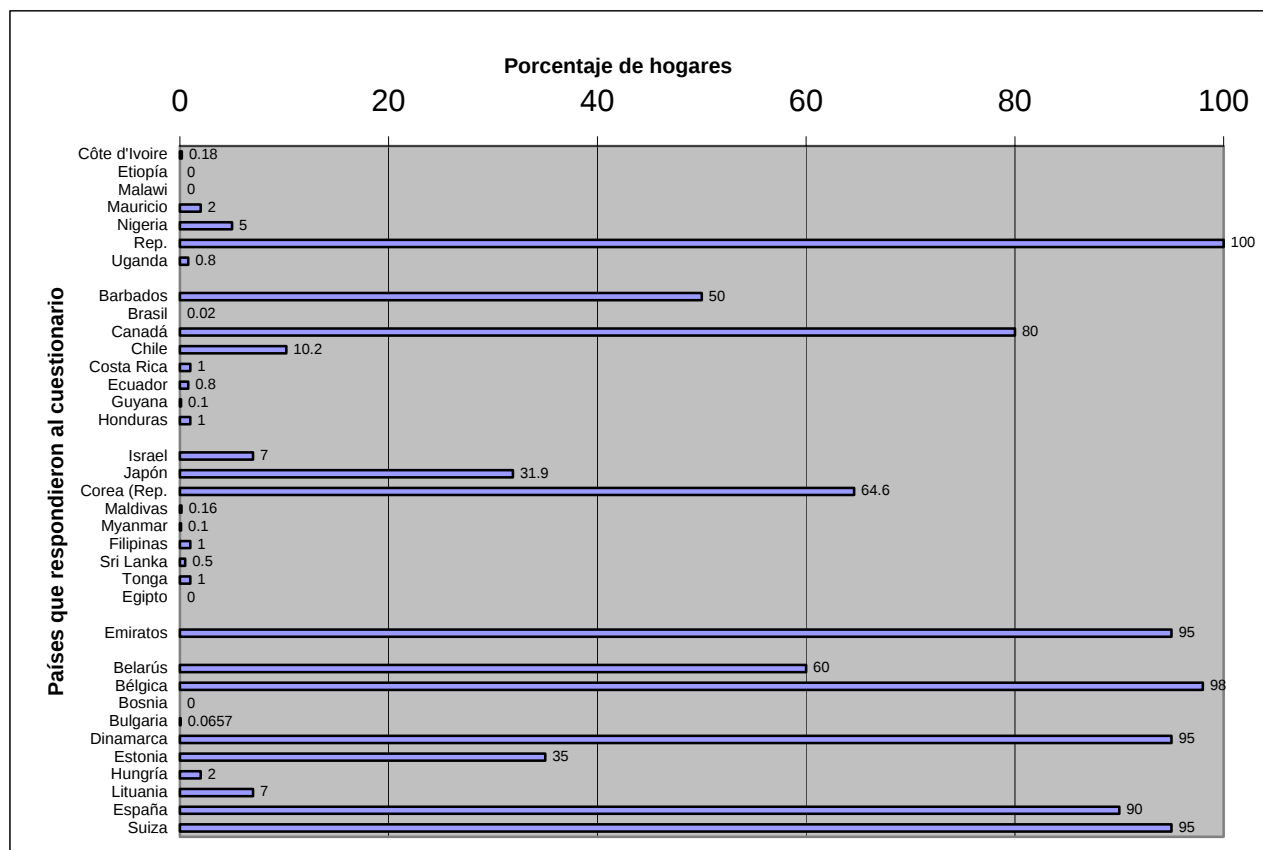
⁹⁴ Etiopía, donde ETC es el único proveedor de servicios Internet, no se compite a la hora de prestar servicios Internet y, como ETC ofrece DSL y HDSL, el porcentaje resultante es el 100%. Habría que señalar que esta cifra no debe interpretarse, en el sentido de que se proporcione una cobertura total o un acceso integral DSL.

Figura 6b – Porcentaje de los operadores que ofrecen otras tecnologías de conexión en banda ancha

Acceso

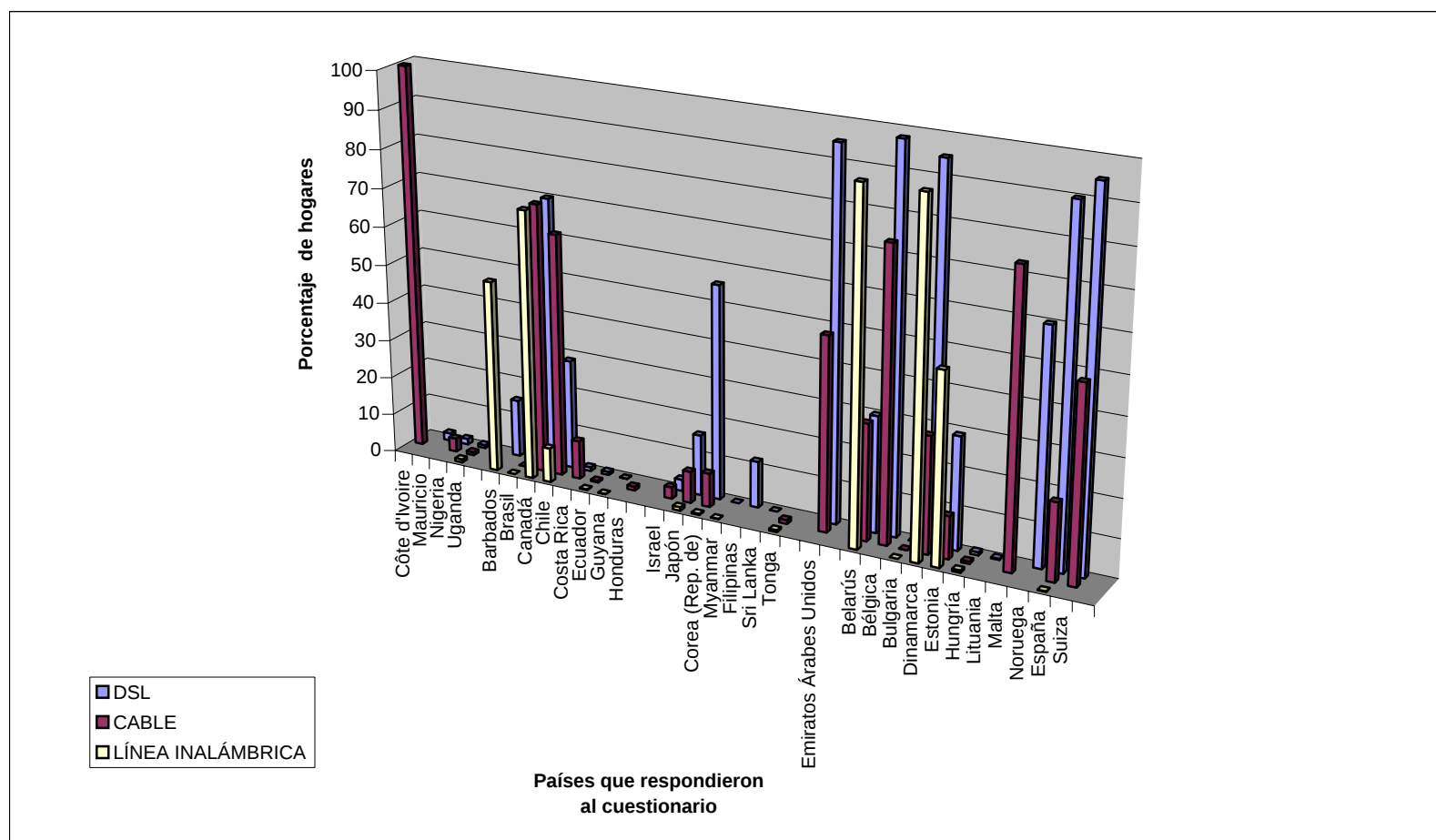
En la sección sobre acceso del cuestionario la idea era obtener datos sobre el porcentaje de acceso a las tecnologías de banda ancha por parte de las familias y las empresas, así como de los abonados rurales a la telefonía, y se intentaba averiguar si existían o no barreras de género para beneficiar de los servicios suministrados basándose en estas tecnologías. La situación del acceso a las tecnologías de banda ancha quedó satisfactoriamente ilustrada por los países que respondieron sobre el porcentaje de las familias que beneficiaban de tales tecnologías. En el siguiente gráfico se destacan las diferencias de acceso entre los diferentes países.

Porcentaje de hogares que tienen acceso a las tecnologías de banda ancha en términos generales



Con todo, este gráfico puede inducir a error, ya que la pregunta que se planteó tal vez haya sido interpretada erróneamente por algunos de los países que respondieron. Ciertos países entendieron que se trataba del porcentaje de familias con acceso general a la banda ancha, esto es en los hogares, los puntos públicos de acceso (escuelas, oficinas de correo, etc.) o los puntos comerciales (cibercafés o telecentros), lo cual se tradujo en cifras del 100% para Sudáfrica y del 95% en el caso de Suiza. Otros países interpretaron que queríamos preguntar por el número de familias que tienen acceso (esto es en el hogar) a las tecnologías de banda ancha, lo que explica la cifra del 10% que dio Suiza, basándose en la información de OFCOM. A los efectos del presente documento, se recurrió a la interpretación más amplia posible de nuestra pregunta (por lo cual, en el caso de Suiza, se reemplazaron los datos comunicados por OFCOM por los proporcionados por SwissCom), y se señaló que la pregunta original había sido interpretada erróneamente por algunos de los países que respondieron y que los datos obtenidos no representaban adecuadamente la situación del acceso en algunas naciones.

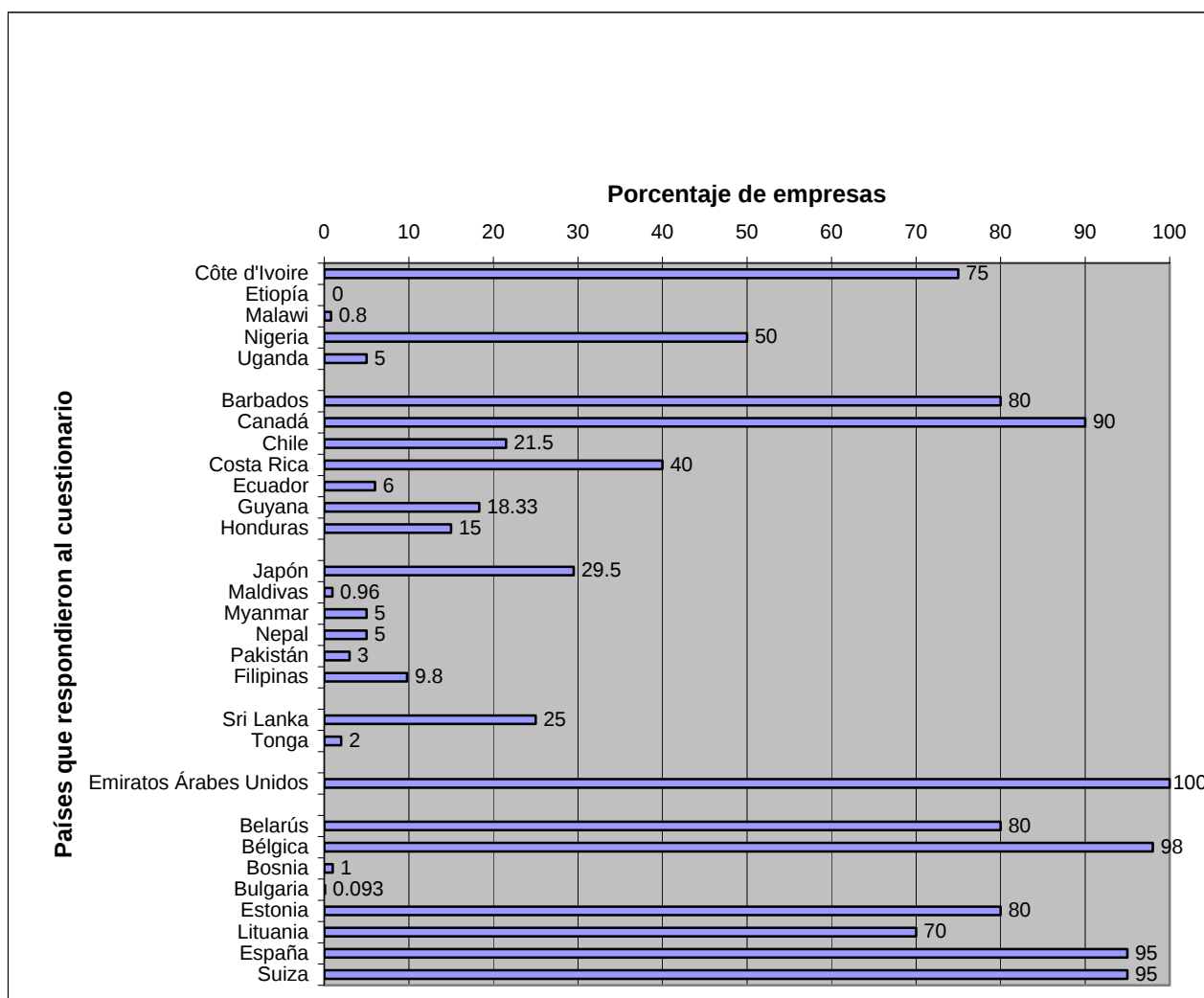
Figura 7 – Porcentaje de hogares con acceso a la DSL, cable y línea inalámbrica



En el gráfico anterior en el que aparece el porcentaje de familias con acceso a la DSL, el cable o las tecnologías inalámbricas refuerza la situación del acceso a los servicios de banda ancha. En muchos de los países consultados menos del 1 por ciento de hogares cuentan con acceso a una de las tres principales tecnologías de banda ancha. Otros países -básicamente, desarrollados- están bien atendidos, por causa de un acceso satisfactorio a través de DSL, cable o línea inalámbrica, mientras que, en casos en que compiten las tecnologías entre sí, seleccionar entre las mismas es la opción para atender de la mejor manera posible a las actuales necesidades.

La adopción de los servicios de banda ancha se debe, entre otras cosas, a las aplicaciones empresariales. En el gráfico siguiente (Figura 10) se indica el porcentaje de las empresas de los países que respondieron al cuestionario que tienen acceso a algún tipo de tecnología de banda ancha.

Figura 8 – Porcentaje de empresas que tienen acceso a las tecnologías de banda ancha



La utilización por las empresas de una determinada tecnología de banda ancha, como puede verse en el siguiente gráfico, refleja esta estructura e ilustra el importante cometido que desempeña el acceso a la línea alámbrica por parte de las empresas, en comparación con el acceso de los hogares. Además, el gráfico que versa sobre el acceso de los abonados telefónicos rurales a los servicios de banda ancha, da idea de las diferencias existentes en cuanto a los problemas de acceso en los países en desarrollo, si se comparan con los desarrollados. Como puede observarse en el gráfico, en países tales como Chile, Ecuador, Myanmar, Sri Lanka y Tonga sólo una reducida proporción de la población rural beneficia de las tecnologías de banda ancha. Algunos países, incluidos Côte d'Ivoire, Malawi, Nigeria, República Sudafricana, Honduras, Bosnia y Hungría, señalaron que **ninguno** de sus abonados rurales a la telefonía beneficia de las tecnologías de banda ancha.

Figura 9 – Porcentaje de empresas con acceso a DSL, cable y tecnologías inalámbricas

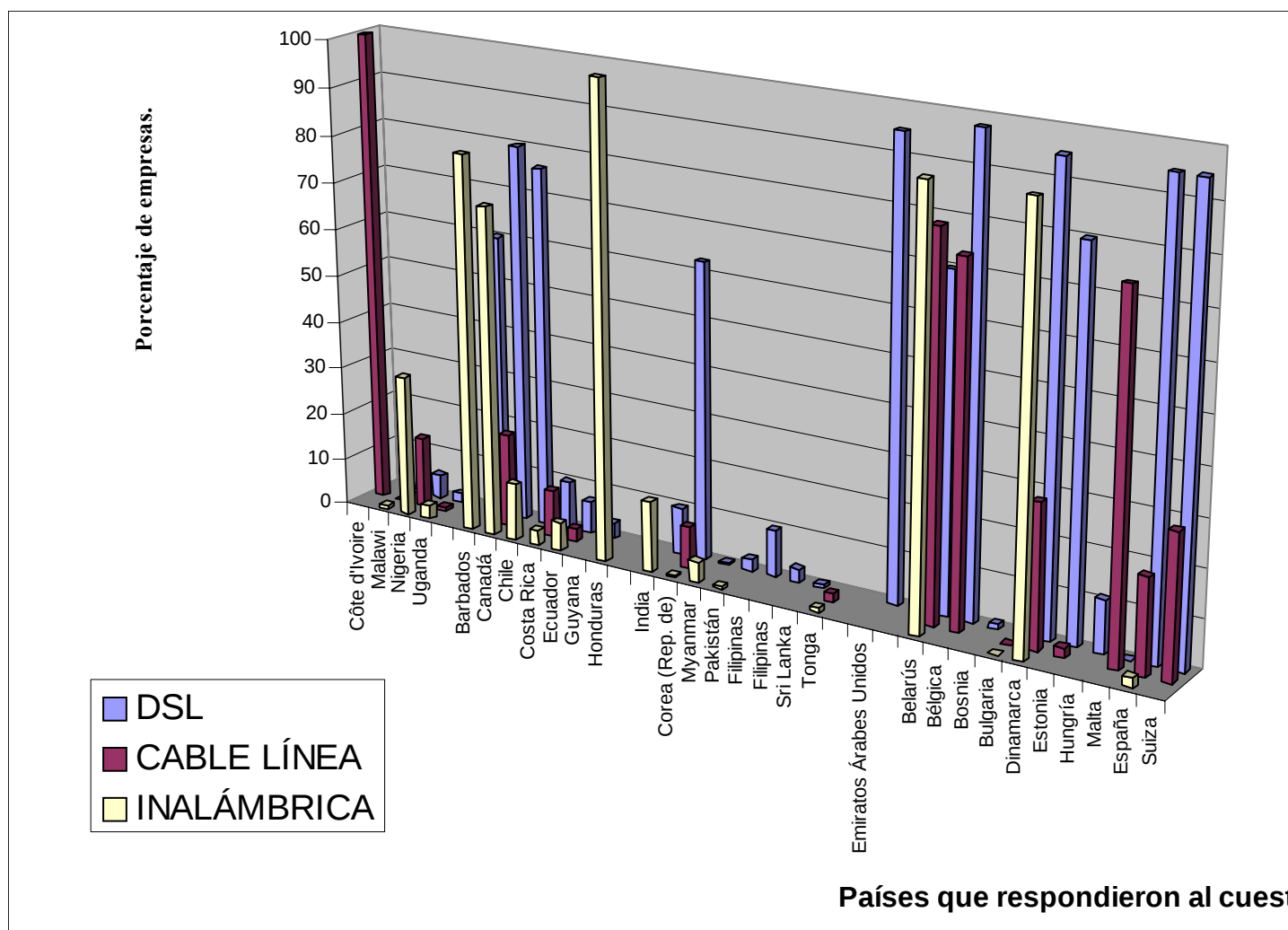
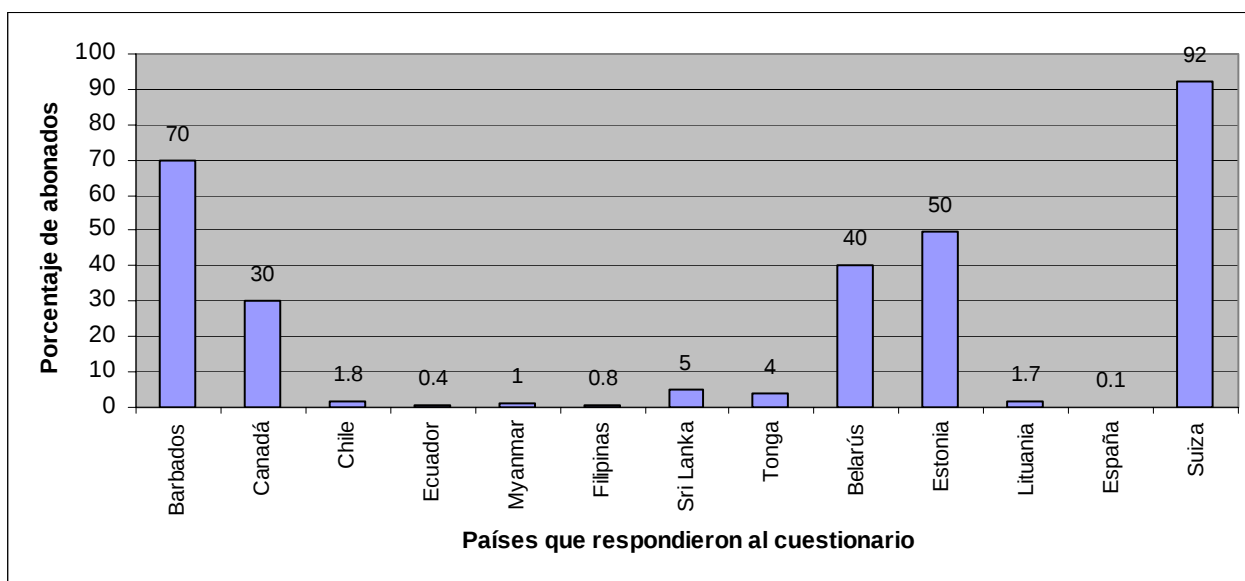


Figura 10 – Porcentaje de abonados rurales a la telefonía con acceso a las tecnologías de banda ancha

Sólo seis países informaron de que en sus territorios el acceso a la banda ancha tropieza contra barreras de género, aunque los obstáculos que describen (véase al respecto el Cuadro 5) también se oponen en general a la adopción de la banda ancha.

Cuadro 5 – Barreras de género a la adopción de la banda ancha

País	¿Obstaculizan las desigualdades entre hombres y mujeres el acceso a la banda ancha?	Describe el obstáculo
Chad	SÍ	Falta de conciencia y costo de la capacitación informática
Guyana	SÍ	Se plantea la cuestión de la disponibilidad. Debido a la situación económica de Guyana, los clientes residenciales no tienen otra opción que utilizar sus recursos para adquirir bienes esenciales en lugar de permitirse lujos tales como la banda ancha
Filipinas	SÍ	Se trata de una barrera económica. En efecto, los consumidores son muy sensibles a los precios del mercado, cuya variación en el caso de la DSL se convierte en una barrera para acceder a la banda ancha. Esta sensibilidad al precio es más aguda en las provincias
Sri Lanka	SÍ	Facilidades de infraestructura
Tailandia	SÍ	
Bosnia	SÍ	Barreras económicas

Fijación de precios y utilización del servicio

La sección consagrada a los servicios y a la fijación de precios en el cuestionario tiene por objeto determinar el precio medio de la marcación Internet, el precio medio mensual del servicio de banda ancha (incluido el acceso a Internet) y si los operadores ofrecen planes de utilización ilimitada, aparte de los planes más habituales de utilización y precios en el caso de los servicios de banda ancha. En el Cuadro 6 se indican los precios medios de la marcación y de los servicios de banda ancha en las regiones del mundo, según las define la UIT. Como puede comprobarse, pese a las diferencias en cuanto a magnitud y características de las economías de los países que respondieron a la pregunta, los precios medios de marcación Internet convergen en las regiones definidas por la UIT. Por otra parte, los precios de la banda ancha varían considerablemente según sea la región considerada, especialmente cuando se trata de una gran capacidad de anchura de banda para suministrar los diferentes servicios.

Cuadro 6 – Precios medios de la marcación y los servicios de banda ancha en las regiones definidas por la UIT

Región	Precio medio de la marcación para acceder a Internet (USD por minuto)	Precio medio de la marcación para acceder a Internet (USD por mes)	Precio medio mensual de la banda ancha (USD)	
			Diferencias interregionales	Por exceso de utilización y en función de la velocidad binaria
África	0,03	24,08	1 011,17	19 731,96
América	0,02	19,69	177,36	496,28
Asia-Pacífico	0,38	13,50	130,46	299,51
Estados Árabes**	0,005	NA	64,52	189,76
Europa	0,02		227,21	364,78

** Habría que señalar que sólo dos países de la región de Estados Árabes, Egipto y Emiratos Árabes Unidos, proporcionaron datos sobre precios y que no comunicaron información alguna sobre costos mensuales de marcación.

Las variaciones intrarregionales entre los modelos de fijación de precios son también algo habitual. Tratándose de Europa, los elevados costos mensuales medios estimados para el acceso a la banda ancha en Armenia (1 000)*⁹⁵ y Belarús (1 200) contribuyeron a aumentar muy apreciablemente el promedio de precios en este rubro, que sin ello hubieran representado en Europa sólo 146,98 USD. Existe un gran contraste entre estas cifras y el promedio de precios en África (1 011,17 USD), el cual aumenta también considerablemente si se incluye el elevado coste medio mensual de acceso a la banda ancha en Etiopía (3 780 USD).

Dado que únicamente dos países de los Estados Árabes respondieron a esta pregunta, es posible que las cifras indicadas den una falsa idea de la situación de la región considerada en su conjunto, razón por la cual no deberían tomarse como ejemplo para ilustrar cómo se está comportando la banda ancha en todos los Estados Árabes.

Asimismo, como el acceso de marcación viene representado por una media normalizada en lo que respecta a la Internet hay que señalar que el acceso a la banda ancha incluye varias tecnologías, que van de la RDSI a la ADSL y la fibra especializada, y que la RDSI, la ADSL y el cable representan normalmente un costo medio más bajo en cuanto al acceso a la banda ancha, mientras que los precios de servicios más elevados en el extremo de la red corresponden a la fibra especializada.

⁹⁵ La cifra comunicada por Armenia en cuanto al costo por exceso de utilización de 20 000 USD no se consignó en el Cuadro y se verificará ulteriormente. Si se hubiera incluido esta cifra los costos por exceso de utilización correspondientes a Europa hubieran representado al mes 2 419,80 USD.

Los planes de utilización ilimitados ofrecidos por los operadores no revelan un marcado desequilibrio regional y dependen más bien de la situación en que se encuentran los distintos operadores dentro de cada país. De las 49 naciones que respondieron al cuestionario sólo nueve no proponen ningún tipo de plan de utilización ilimitada. Nos referimos a:

Chad, Etiopía, Costa Rica, República Dominicana, Israel, Maldivas, Filipinas, Egipto y Bosnia.

En el Cuadro 7 se describen los planes más comunes de fijación de precios para la utilización de la banda ancha en las regiones definidas por la UIT.

Cuadro 7 – Modelos de precios para la utilización común

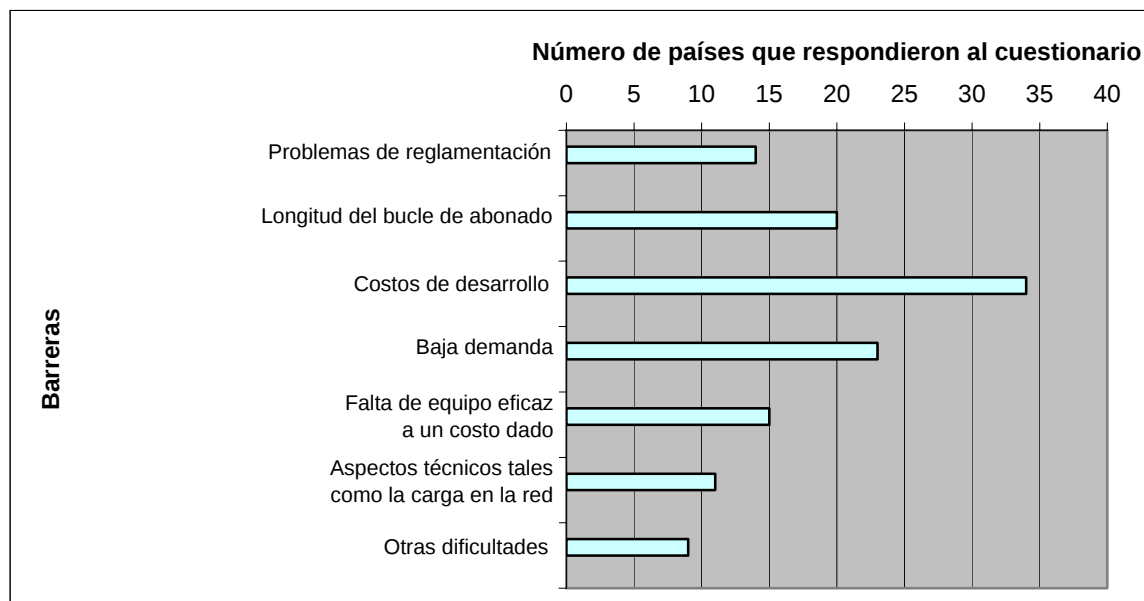
Región	Plan de precios para la utilización común
África	Entre los planes de los que informaron los países africanos, figuran los basados en: 1) El tiempo de uso, la anchura de banda y la distancia. 2) Un precio fijo y un arriendo mensual para una anchura de banda determinada. 3) Unidad (precio por gigabit de capacidad de transferencia)
América	En la región de América la mayoría de los modelos diseñados se basa en el concepto de acceso ilimitado a precios fijos, por ejemplo una tasa mensual fija aplicable a 64 ó 128 kbit/s. En caso de disponerse de la tecnología ADSL, ésta se ofrece también previo pago de un canon mensual fijo. En algunos países, se establecen planes de precios mensuales fijos para un uso de anchura de banda limitado a un determinado nivel de transferencia. Así, para una transferencia de datos de hasta 10/15 Gigabytes y si dicha transferencia sobrepasa el límite convenido, se aplicarían precios por exceso de utilización.
Estados Árabes	En Egipto se impone un precio fijo por minuto para garantizar el acceso. En Emiratos Árabes Unidos se establecen unos cánones fijos o mensuales distintos, según que la conexión sea residencial o empresarial.
Asia	Los planes de precio son muy variados: Precios por minuto basados en los costos fijos de la marcación de acceso, pero se ofrecen en paquetes y se presentan como una combinación de horas de pago y un número X de horas gratuitas. Tasas mensuales fijas basadas en un límite especificado para transferir datos (por ejemplo un Gigabyte por mes), y si se sobrepasa la velocidad de transferencia de datos, se aplicaría un precio por exceso de utilización. En otro modelo se impone un canon fijo mensual por acceso ilimitado, por ejemplo, mediante ADSL. En caso de que la necesidad de anchura de banda del cliente sobrepasara las prestaciones ofrecidas por la ADSL, la velocidad y la naturaleza de la necesidad de servicio (por ejemplo, E1/T1) dictarían el precio que se fijaría en el correspondiente acuerdo.
Europa	En esta región el plan más común es un pago mensual fijo por utilización ilimitada y se aplica con gran frecuencia a la conexión basada en DSL. Existen también modelos según los cuales los precios mensuales vienen acompañados de un límite a la utilización, por ejemplo un umbral de transferencia de datos de hasta 10/15 Gigabytes, y se aplican tasas por exceso de utilización, si el tráfico sobrepasa dicho umbral.

Barreras contra el despliegue del acceso en banda ancha

Esta sección del cuestionario tenía por objeto determinar cuáles son los principales obstáculos para el despliegue de los servicios de banda ancha, así como los principales problemas de costo que restringen el recurso a la banda ancha, la asistencia financiera, en caso de haberla, y las dificultades que afrontan los operadores para obtener fondos con el fin de financiar la construcción de líneas de banda ancha.

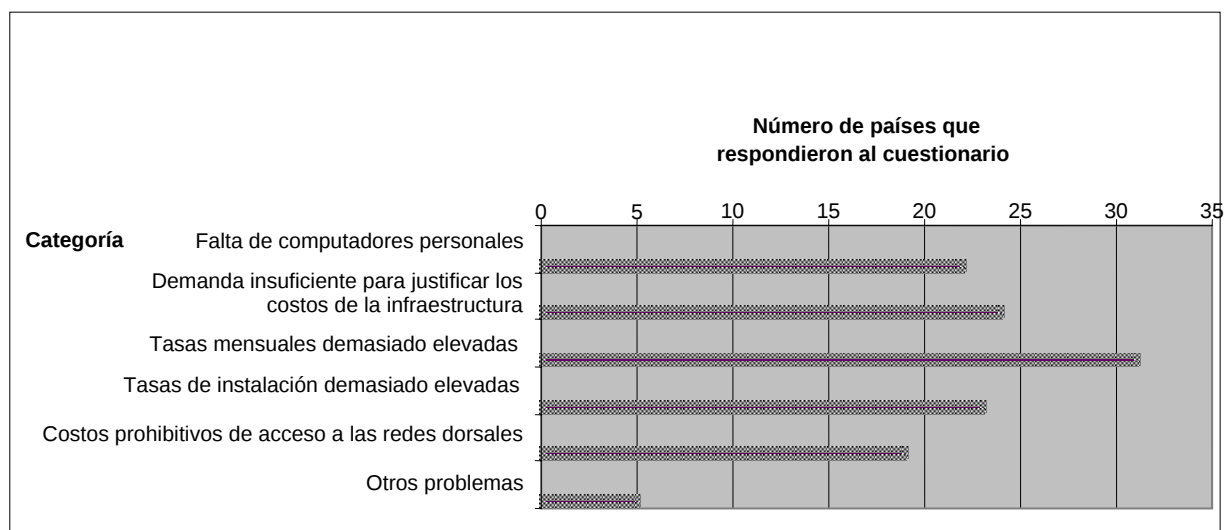
En la Figura 11 puede verse que el obstáculo más importante con que tropieza el despliegue generalizado de los servicios de banda ancha, es el costo de aplicación de las tecnologías.

Figura 11 – Principales obstáculos contra el despliegue de acceso en banda ancha



No sólo los costos de desarrollo, sino también la falta de demanda para procurarse servicios de banda ancha, hacen que no se justifique económicamente estudiar la forma de reducir los costos de instalación y suministro, y solucionar problemas tales como la longitud del bucle de abonado, que es un obstáculo técnico contra la introducción de tecnologías como la DSL. Entre los factores que limitan la generalización de la banda ancha identificados por los países que respondieron al cuestionario, el más frecuentemente citado era el elevado canon mensual, como puede comprobarse en la Figura 12.

Figura 12 – Principales factores de costo que limitan la generalización de la banda ancha



La adición de elevadas tasas mensuales, grandes costos de instalación y carencia de computadores personales, puede dar lugar a una insuficiente demanda que no permita cubrir los costos de infraestructura y haga más difícil justificar económicamente el despliegue de servicios de banda ancha. Entre otros de los motivos aludidos en el cuestionario, se citan los bajos niveles de educación y de alfabetización informática, Malta identificó también, entre estas dificultades, el costo de adquirir contenido en idiomas nacionales.

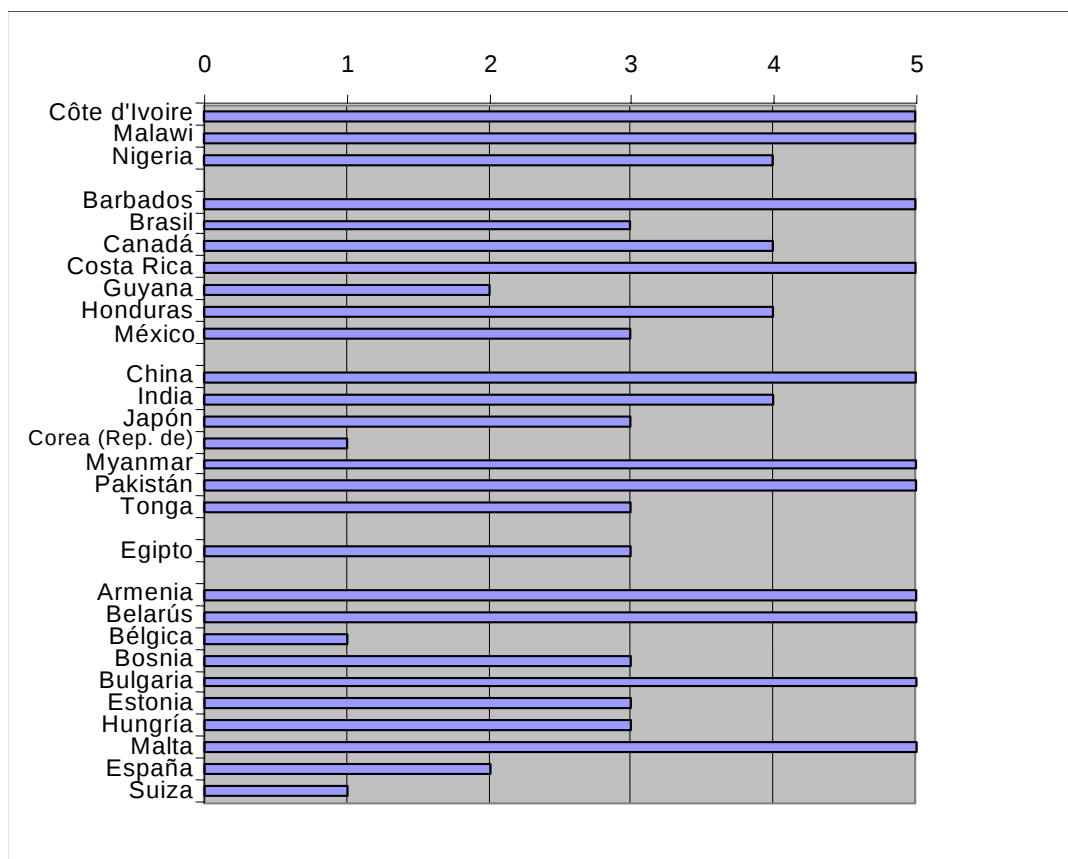
Unos 31 países señalaron que sus operadores no podían recurrir a ninguna forma de préstamo u otra asistencia financiera para proporcionar banda ancha en el último kilómetro, según puede verse en el Cuadro 8.

Cuadro 8 – Países en los que no se otorgan préstamos o asistencia financiera para el despliegue de servicios de banda ancha

África	América	Estados Árabes	Asia	Europa
Chad	Barbados		China	Armenia
Côte d'Ivoire	Brasil		Israel	Belarús
Etiopía	Chile		Corea (Rep. de)	Bélgica
Malawi	Costa Rica		Maldivas	Bulgaria
Mauricio	Ecuador		Myanmar	Estonia
República Sudafricana	Guyana		Nepal	Lituania
	Honduras		Pakistán	Noruega
			Sri Lanka	Polonia
				España
				Suiza

Aunque en 12 países se ofrecen préstamos y otras formas de asistencia financiera para alentar la expansión de los servicios de banda ancha, por ejemplo en Nigeria, Uganda, Canadá, República Dominicana, México, India, Japón, Tonga, Egipto, Bosnia, Dinamarca, Hungría, las modalidades según las cuales se conceden tales préstamos varían de un país a otro. Canadá, México, Japón y Egipto otorgan créditos públicos para financiar planes de desarrollo de banda ancha. En Uganda se conceden a los operadores únicamente préstamos privados, mientras que en Nigeria esta financiación se suministra por conducto de los programas del PNUD y el Banco Mundial, así como del crédito privado. Los incentivos establecidos en Dinamarca consisten en exenciones fiscales para promover la comunicación de datos y en Hungría se reducen los impuestos a la empresa y se otorgan subvenciones públicas directas para desarrollar servicios de banda ancha. Otros países en desarrollo pueden beneficiar de la ayuda internacional, por ejemplo, en forma de préstamos y donaciones de USAID.

Las dificultades por las que atraviesan los operadores para obtener fondos con el fin de construir infraestructura de banda ancha quedan ilustradas en el siguiente gráfico, que refleja la evaluación realizada por los países que respondieron al cuestionario acerca de los problemas que se plantean para obtener fondos, evaluación que va de uno a cinco, siendo cinco la nota que refleja las mayores dificultades. No es de sorprender que los países con grandes zonas rurales y población dispersa en el campo figuran entre los que tropiezan con mayores obstáculos para financiar la construcción de infraestructura de banda ancha.

Figura 13 – Escala de dificultades que suscita la financiación de los servicios de banda ancha

Calidad del servicio

En la sección del cuestionario que versa sobre la calidad del servicio, el propósito era determinar las velocidades medias del flujo descendente de datos, en el caso de las tecnologías DSL, cable, línea inalámbrica y otras técnicas utilizadas para entregar servicios de banda ancha. En la mayoría de los casos, las respuestas correspondían a una gama de velocidades, por ejemplo, la DSL puede ir de un flujo descendente de 384 kbit/s a 512 tratándose de las empresas. En ocasiones, no se explican los motivos que subyacen en la diferencia de capacidades ni se exponen claramente los modelos mixtos de precio-utilización aplicados. Por consiguiente, se utilizó para dibujar los gráficos y establecer comparaciones se recurrió a la velocidad media más baja de las indicadas. Esto explica que en algunos países, entre otros, Japón, la velocidad media del flujo descendente sea de 2 Mbit/s en lugar de los 10 a 1 000 Mbit/s disponibles para las empresas en las redes de fibras especializadas. En cuanto a estos gráficos, hay que señalar que los países que respondieron al cuestionario se agruparon alfabéticamente dentro de las correspondientes regiones definidas por la UIT; esto es, África, América, Estados Árabes, Asia-Pacífico y Europa.

Aparte de DSL, el cable y la línea inalámbrica, existen otras tecnologías que se utilizan para entregar servicio de banda ancha en flujo descendente. En Etiopía los servicios de ciberenseñanza, ciber salud y cibergobierno, un servicio especializado DDN, una conexión a servicios de transmisión de tramas para el acceso a Internet y LAN para toda la empresa, etc., permiten velocidades de hasta 45 Mbit/s. En Barbados se recurre a conexiones inalámbricas fijas para dar servicio con velocidades de 128 kbit/s y varios países utilizan servicios por satélite, que, por ejemplo, en Canadá entrañan velocidades de acceso de 500 kbit/s, mientras que el satélite de banda ancha (IPSTAR) de Myanmar viene acompañado de velocidades de conexión de hasta 1218 kbit/s. En Estonia se recurre a servicios generales radioeléctricos por paquetes (GPRS) con velocidades de conexión de 30 kbit/s. Por último, la fibra se utiliza en Japón con velocidades de hasta 100 Mbit/s para FFTH, 10 Mbit/s en Noruega y 2 Mbit/s en Egipto. El siguiente gráfico ilustra el flujo descendente medio de datos en el caso de servicios basados en DSL, cable y línea inalámbrica proporcionados a una distancia media de dos a cuatro kilómetros del usuario.

Figura 14 – Velocidad media del flujo descendente de datos para DSL

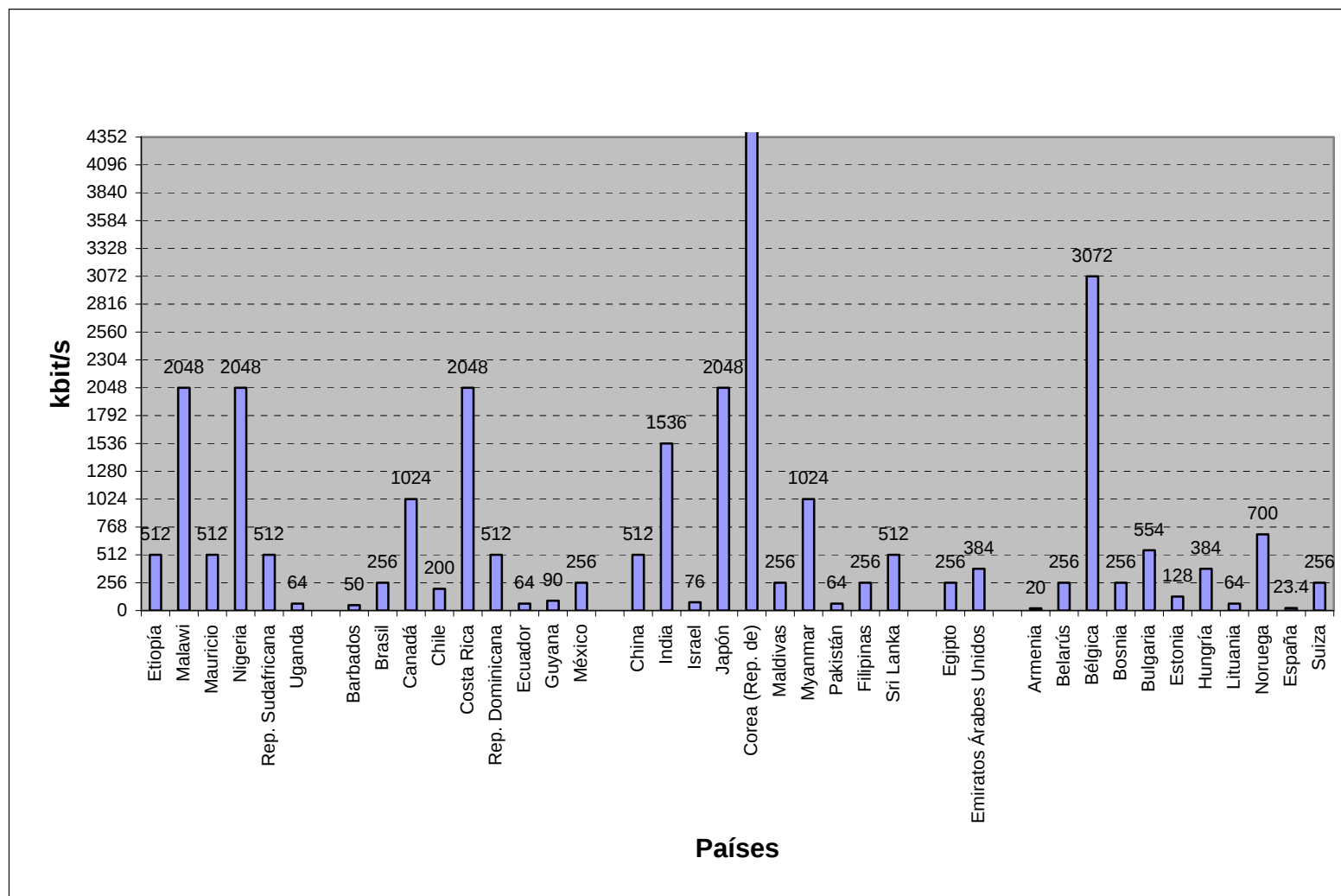


Figura 15 – Velocidad media del flujo descendente de datos del cable

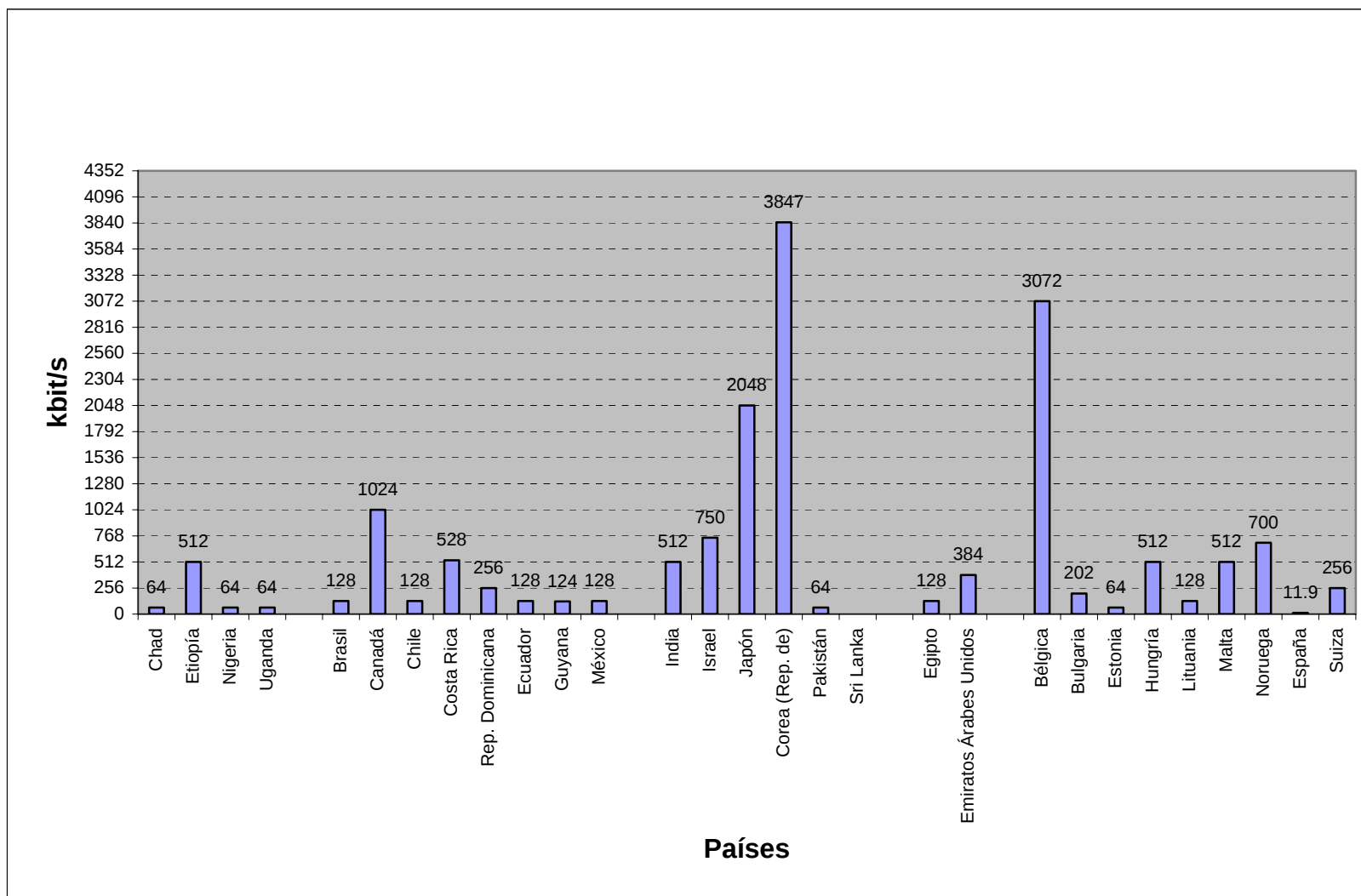
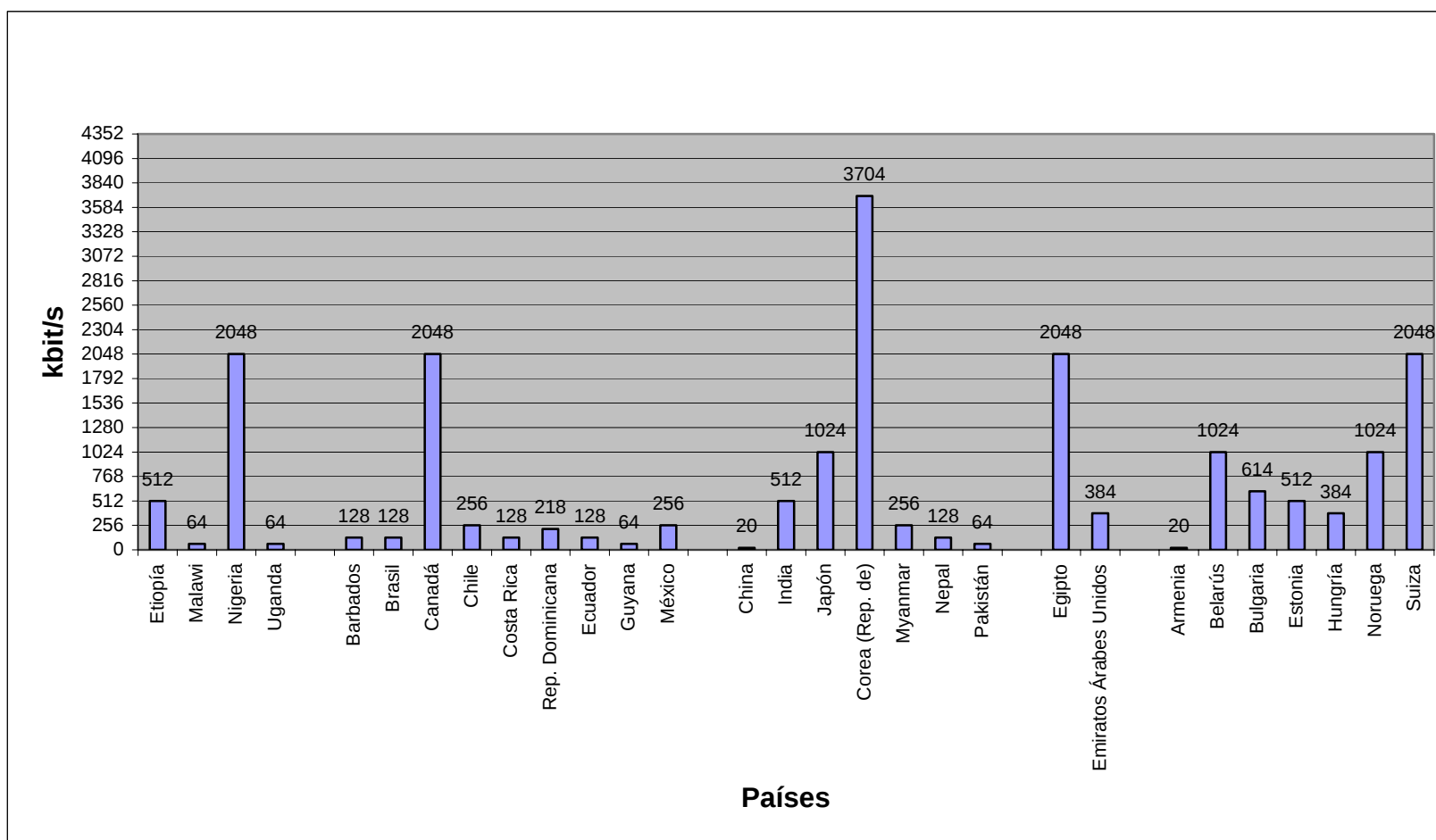


Figura 16 – Velocidad media del flujo descendente de datos tratándose de servicios inalámbricos



Asuntos varios

En la sección de asuntos varios del cuestionario se pide información acerca de los puntos de acceso del público a los servicios de banda ancha, las tecnologías de banda ancha de más rápido crecimiento y las aplicaciones respecto a las cuales se utilizan los servicios de banda ancha. Diecisiete países señalaron que en su territorio se ofrece acceso gratuito a los servicios de banda ancha en centros públicos tales como escuelas, bibliotecas, hospitales, oficinas gubernamentales y telecentros. Estos países son los siguientes:

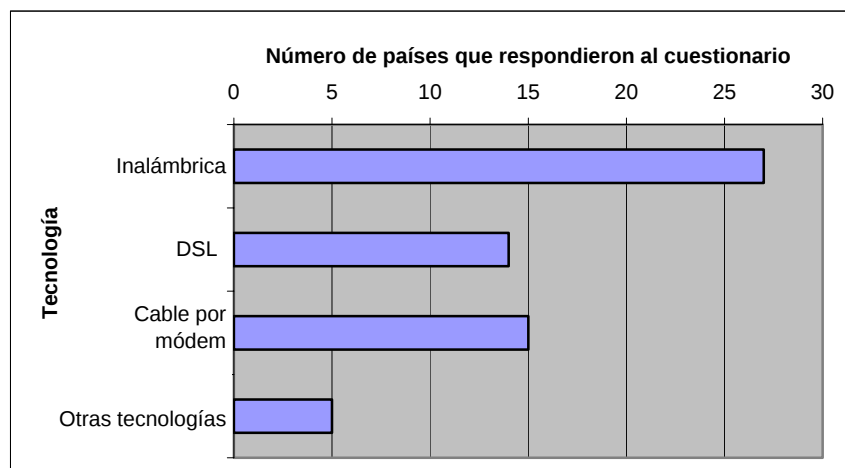
- | | |
|------------------------|-------------|
| • Côte d'Ivoire | • Bélgica |
| • Canadá | • Dinamarca |
| • Chile | • Hungría |
| • República Dominicana | • Lituania |
| • Israel | • Malta |
| • Japón | • Noruega |
| • Corea (Rep. de) | • Polonia |
| • Myanmar | • España |
| | • Suiza |

En otros siete países se ofrece acceso a estos servicios a través de centros públicos mediante un precio especial:

- Nigeria
- Uganda
- China
- Maldivas
- Tailandia
- Tonga
- Belarús

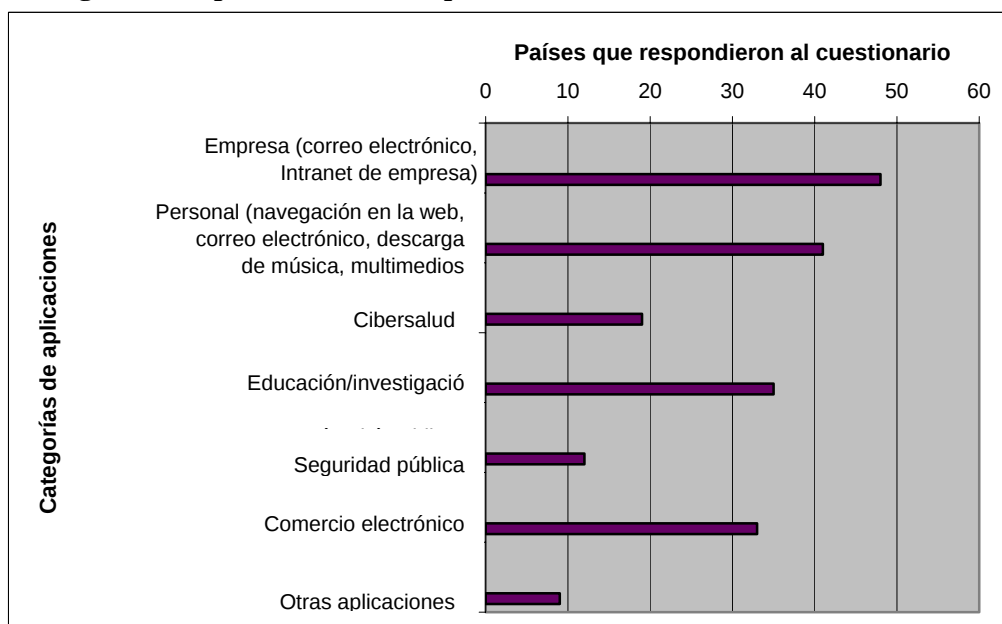
Por último, Guyana, Sri Lanka, Armenia y Estonia ofrecen acceso a los servicios de banda ancha a través de centros públicos, pero a precios de mercado. La tecnología de banda ancha que está creciendo más rápidamente según los países que respondieron al cuestionario (como se indica en el siguiente gráfico), es la inalámbrica. Países tales como Belarús, Estonia, Etiopía y Filipinas seleccionaron más de una tecnología, teniendo en cuenta la situación actual de sus economías, pues no hay una sola tecnología dominante en sus mercados o que atienda a diversas necesidades.

Figura 17 – Tecnologías de banda ancha de rápido crecimiento



Los servicios basados en la banda ancha se utilizan en diferentes esferas de aplicación, siendo de entre éstas las principales la empresa (para acceder al correo electrónico y a las intrarredes empresariales) y el acceso a la información personal (navegación en la red, descarga de música y multimedia). Al examinar la base regional de estas aplicaciones, se llega a la conclusión de que la utilización por el sector empresarial es el principal motor de la banda ancha en los países desarrollados y en desarrollo, mientras que la utilización personal desempeña el mismo papel en los países desarrollados y en desarrollo. Los países que respondieron al cuestionario y constituyeron una excepción en este sentido fueron Malawi, Guyana, Honduras, Nepal, Tailandia, Armenia y Bosnia, naciones en que las aplicaciones empresariales eran las únicas que impulsaban los servicios de banda ancha.

Figura 18 – Categorías de aplicaciones en las que se utiliza banda ancha



Nigeria, Canadá y Dinamarca identifican también los servicios gubernamentales como esfera de aplicación para los servicios de banda ancha, mientras que Japón y Corea mencionaron la telefonía IP, y este último país señaló también las aplicaciones de entretenimiento constituidas por los juegos y vídeo a petición como factores que fomentaban la banda ancha.

Apéndice**Cuestionario sobre banda ancha**

Fecha límite de recepción de respuestas: **30 de mayo de 2003**

Nombre

Apellido

Cargo

Organización/esfera de actividad principal

Teléfono/fax (con indicativo de zona)

País

Ciudad

Dirección profesional

Correo electrónico

Cualquier pregunta o solicitud de información con respecto al presente cuestionario deberá remitirse a:

Ms. Molly Gavin
Qualcomm Inc.
577 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121
USA
Tel.: +1 858 6516462
Fax: +1 858 6512880
E-mail: mgavin@qualcomm.com

o Désiré Karyabwite
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Place des Nations,
CH-1211 Ginebra, Suiza
Correo-e: desire.karyabwite@itu.int
Tel.: +41 22 730 5009
Fax: +41 22 730 5484
Mob.: +41 79 239 2739
www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/

INTRODUCCIÓN

Objetivo

- 1) Evaluar la situación actual de las tecnologías de acceso de banda ancha.
- 2) Analizar las tecnologías de acceso de banda ancha con inclusión de los siguientes parámetros: factores demográficos, de género, geográficos, técnicos y económicos; estructuras de mercado para la prestación de servicios de acceso de banda ancha.

Resultado esperado de la respuesta

El principal resultado consistirá en las conclusiones extraídas de los datos recopilados que se incluirán en el informe definitivo que asistirá a los Miembros del UIT-D en lo que respecta al desarrollo de las tecnologías de acceso de banda ancha. Este estudio generará información sobre los factores técnicos, económicos y de desarrollo que repercuten en la instalación de tecnologías de acceso de banda ancha en los países en desarrollo. Al final del periodo de estudios, se elaborará un informe completo y definitivo sobre *tecnologías de acceso de banda ancha*. Con el presente cuestionario se pretende aportar una gran cantidad de datos básicos coherentes para todo el estudio, datos que se complementarán, en su caso, en los planes de trabajo anuales.

Tecnología

¿Qué tecnologías por cable se utilizan para la prestación de servicios de banda ancha?

___ DSL

___ Cable

___ E1/T1

___ Fibra

___ Línea eléctrica

___ Otros (sírvase describir)

¿Qué tecnologías inalámbricas se utilizan para la prestación de servicios de banda ancha?

___ Satélite

___ IMT-2000

___ Red inalámbrica de área local

___ Acceso fijo inalámbrico

___ Otros (sírvase describir)

Competencia

¿Se autoriza la competencia en la esfera de los servicios de Internet? (SÍ/NO)

¿Existe competencia en el bucle local? (SÍ/NO)

¿Existe competencia entre las distintas tecnologías de banda ancha? (por ejemplo, DSL, cable, inalámbrico de banda ancha) (SÍ/NO)

¿Cuántos operadores ofrecen servicios de Internet de alta velocidad? _____

Porcentaje de operadores que ofrecen servicios DSL de banda ancha _____

Porcentaje de operadores que ofrecen servicios de módem de cable de banda ancha _____

Porcentaje de operadores que ofrecen servicios inalámbricos de banda ancha _____

Porcentaje de operadores que ofrecen otros servicios de banda ancha _____

Acceso

Aproximadamente, ¿qué porcentaje de hogares tiene acceso a las tecnologías de acceso de banda ancha en general? _____

Porcentaje de hogares con acceso a los servicios DSL de banda ancha _____

Porcentaje de hogares con acceso a los servicios de módem de cable de banda ancha _____

Porcentaje de hogares con acceso a los servicios inalámbricos de banda ancha _____

Aproximadamente, ¿qué porcentaje de empresas tiene acceso a las tecnologías de acceso de banda ancha en general? _____

Porcentaje de empresas con acceso a los servicios DSL de banda ancha _____

Porcentaje de empresas con acceso a los servicios de módem de cable de banda ancha _____

Porcentaje de empresas con acceso a los servicios inalámbricos de banda ancha _____

¿Qué porcentaje de los abonados rurales tiene acceso a las tecnologías de banda ancha?

¿Existe algún obstáculo de carácter político, económico o social relacionado con el género para acceder a la banda ancha? (SÍ/NO)

En caso afirmativo, sírvase explicar.

Tasación y utilización

¿Cuál es el precio medio⁹⁶ del acceso de marcación a Internet? (Sírvase especificar por unidad de tiempo o por unidad de datos) _____

¿Cuál es el precio medio por mes del servicio de banda ancha (incluido el acceso a Internet)?

Entre 64-500 kbit/s _____

Superior a 500 kbit/s _____

¿Ofrecen los operadores planes de utilización ilimitados? (SÍ/NO)

Sírvase describir el plan de utilización/tasación de banda ancha más habitual. (Sírvase especificar por unidad de tiempo o unidad de datos)

⁹⁶ De preferencia en dólares USD.

Obstáculos a la instalación del acceso de banda ancha

¿Cuáles son los principales obstáculos que se oponen a la instalación de los servicios de banda ancha? (Marque todo lo que proceda)

- ___ Cuestiones de reglamentación
- ___ Longitud del bucle de abonado
- ___ Costos de instalación
- ___ Baja demanda
- ___ Ausencia de equipo rentable
- ___ Cuestiones técnicas, como la carga de la red
- ___ Otros (sírvese describir)

¿Cuáles son los principales problemas relacionados con los costos que limitan la expansión de la banda ancha? (Marque todo lo que proceda)

- ___ Falta de computadores personales
- ___ Demanda insuficiente que justifique los costos de infraestructura
- ___ Tasa mensual demasiado elevada
- ___ Tasa de instalación demasiado elevada
- ___ Costo excesivo para llegar a la red principal
- ___ Otros (sírvese describir)

¿Existen préstamos a interés moderado/otro tipo de asistencia financiera que impulse a los operadores a prestar servicios de banda ancha a los clientes del último tramo? (SÍ/NO)

En caso afirmativo, sírvase explicar (gobierno, fuentes privadas, otras organizaciones)

¿En qué medida es difícil (escala de 1 a 5, siendo 5 el mayor grado de dificultad) recibir financiación para la creación de infraestructura de banda ancha?

Calidad del servicio

¿Cuál es la velocidad media de los datos en sentido descendente en la DSL? _____

¿Cuál es la velocidad media de los datos en sentido descendente en el servicio de cable de banda ancha?

¿Cuál es la velocidad media de los datos en sentido descendente en el servicio inalámbrico de banda ancha?

¿Cuál es la velocidad media de los datos en sentido descendente en los demás servicios de banda ancha? (Sírvese indicar el servicio) _____

Varios

- 1) ¿Ofrecen los centros públicos (escuelas, bibliotecas, hospitales, edificios gubernamentales, telecentros, etc.) servicios de banda ancha? (SÍ/NO)

En caso afirmativo, ¿se ofrecen en lo general los servicios gratuitamente? (SÍ/NO)

Si los servicios no son gratuitos, ¿se aplica un precio especial? (SÍ/NO)

- 2) ¿Cuál es la tecnología de banda ancha que experimenta un crecimiento más rápido? (Inalámbrica, DSL, módem de cable, otras aplicaciones)

¿Para qué aplicaciones se utilizan los servicios de banda ancha? (Marque todo lo que proceda)

_____ Empresas (correo electrónico, acceso a Intranet de empresa)

_____ Personal (navegación en la red, correo electrónico, descargas de música, multimedios)

_____ Cíbersalud

_____ Educación/investigación

_____ Seguridad pública

_____ Comercio electrónico

_____ Otras (sírvase describir)

ANEXO III**Cuestiones y Recomendaciones de interés y Comisiones de Estudio pertinentes de otros Sectores de la UIT**

Lista de las Cuestiones adecuadas y las Recomendaciones pertinentes que se han de estudiar en otros Sectores de la UIT.

En la Comisión de Estudio 9 del UIT-T, que estudia las redes de cable integradas de banda ancha y de la transmisión de televisión y sonido, se han de tener en cuenta las siguientes Cuestiones y las Recomendaciones correspondientes.

Cuestión 6/9 – Métodos y prácticas para el acceso condicional y copias de protección para la distribución de televisión digital por cable a los hogares.

Cuestión 12/9 – Entrega de sistemas de televisión por cable de servicios digitales y aplicaciones que utilizan protocolos Internet y/o datos basados en paquetes.

Cuestión 13/9 – Aplicaciones de señales vocales y vídeo con protocolos Internet a través de redes de televisión por cable.

En la Comisión de Estudio 15 del UIT-T, que se encarga de las redes ópticas y otras redes de transporte, se tratarán las siguientes Cuestiones y las Recomendaciones asociadas pertinentes:

Cuestión 1/15 – Transporte en la red de acceso.

Esta Cuestión constituye un compendio de normas exhaustivo que se actualiza periódicamente y se puede consultar en: www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/lead.html

Cuestión 2/15 – Sistemas ópticos para redes de acceso.

En la Comisión de Estudio 16 del UIT-T, que es la Comisión de Estudio rectora en materia de servicios, sistemas y terminales multimedios, se tratarán las siguientes Cuestiones y las Recomendaciones asociadas pertinentes:

Cuestión C/16 – Aplicaciones y servicios multimedios.

Cuestión 2/16 – Multimedios por redes de paquete que utilizan sistemas de la Recomendación H.323.

En las Comisiones de Estudio 4, 6, 8 y 9 del UIT-R, se tendrán en cuenta las Cuestiones pertinentes y las Recomendaciones asociadas.

En la dirección: www.itu.int/ITU-R/study-groups/was/itu/index.html se puede encontrar más información del UIT-R acerca del acceso inalámbrico fijo y móvil terrenal.

ANEXO IV

Directrices sobre Prácticas Idóneas para propiciar conexiones de banda ancha y de Internet de bajo costo

Nosotros, los organismos reguladores que participamos en el Simposio Mundial para Organismos Reguladores de 2004, hemos definido y proponemos las siguientes directrices en materia de prácticas idóneas para lograr conexiones de banda ancha y de Internet de bajo costo. Nuestro objetivo es crear marcos normativos nacionales flexibles y propicios a la competencia entre varios proveedores del servicio del sector privado que utilizan diversas opciones de transporte y tecnológicas. Consideramos que las prácticas idóneas indicadas a continuación ayudarán a poner sus beneficios sociales y económicos al alcance de los ciudadanos de todo el mundo.

Un entorno normativo habilitador que fomenta la instalación de la banda ancha y las conexiones Internet

- 1) Alentamos a las más altas instancias gubernamentales a expresar su apoyo político definiendo objetivos normativos nacionales o regionales. Estos incluyen el establecimiento de reguladores independientes separados del operador y protegidos de interferencias políticas, un proceso regulatorio transparente, y la adopción y puesta en práctica de normas claras.
- 2) Consideramos que la competencia en tantas etapas como sea posible constituirá la base más firme para garantizar la máxima innovación en los productos y los precios y para propiciar la eficacia.
- 3) Alentamos a los reguladores a establecer políticas que estimulen la competencia entre diferentes tecnologías y segmentos de la industria con el propósito de lograr el desarrollo y despliegue de la banda ancha. Lo que incluye enfrentarse, en modo no discriminatorio, a las barreras o cuellos de botella que puedan existir en el acceso a infraestructuras básicas.
- 4) Consideramos que el principal objetivo de la reglamentación debe ser garantizar un acceso justo y razonable a servicios de banda ancha competitivos, incluidas las conexiones Internet.
- 5) Somos partidarios de que se mantengan políticas comerciales transparentes y no discriminatorias a fin de atraer inversiones.
- 6) Alentamos a los organismos reguladores a adoptar políticas neutras desde el punto de vista tecnológico y que no favorezcan una tecnología con respecto a otra.
- 7) Alentamos a los organismos reguladores a tener en cuenta la convergencia de plataformas y servicios y a reevaluar periódicamente los regímenes normativos para garantizar su coherencia y eliminar ventajas injustas u obstáculos normativos innecesarios.
- 8) Alentamos a los organismos reguladores a atribuir suficiente espectro para facilitar la utilización de tecnologías de radiocomunicaciones de banda ancha modernas y rentables. Somos partidarios asimismo de planteamientos innovadores en materia de gestión del recurso del espectro, tales como la capacidad de compartir espectro o atribuirlo sin licencias a condición de que no se produzcan interferencias.
- 9) Instamos a los organismos reguladores a llevar a cabo consultas públicas periódicas con las partes interesadas a fin de documentar el proceso de adopción de decisiones normativas.
- 10) Recomendamos que los organismos reguladores consideren cuidadosamente la manera de reducir al mínimo las gestiones para la obtención de licencias.
- 11) Somos partidarios de la creación de un entorno normativo que permita a los PSI y proveedores de banda ancha establecer su propio último kilómetro.
- 12) Alentamos a los organismos reguladores a definir una estrategia clara en materia normativa para el sector privado, a fin de reducir las incertidumbres y los riesgos y suprimir todo lo que no sea propicio a las inversiones.

Se han de elaborar políticas normativas innovadoras para promover el acceso universal

- 1) Recomendamos que se integre la promoción de la interconexión de banda ancha de bajo costo desde las actividades básicas destinadas a identificar las necesidades locales hasta las altas cumbres del derecho internacional. Deberían participar gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales.
- 2) Recomendamos que los organismos reguladores adopten marcos normativos propicios a aplicaciones tales como la ciberenseñanza y el ciber gobierno.
- 3) Alentamos a todos los países a adoptar políticas que aumenten el acceso a Internet y a los servicios de banda ancha en función de la estructura de su propio mercado, y que esas políticas reflejen la diversidad cultural y lingüística, así como los intereses sociales.
- 4) Alentamos a los organismos reguladores a colaborar con las partes interesadas para extender la cobertura y utilización de la banda ancha, mediante el establecimiento de asociaciones de múltiples partes interesadas. Además, quizá sean apropiadas también iniciativas públicas complementarias que promuevan programas económicamente sostenibles, especialmente para colmar la brecha que existe entre los mercados de algunos países.
- 5) Alentamos a los organismos reguladores a adoptar regímenes normativos que faciliten la utilización de todos los mecanismos de transporte, ya sean alámbricos, por línea eléctrica, cable, inalámbricos y, en particular, Wi-Fi o por satélite.
- 6) Alentamos a los organismos reguladores a explorar programas que faciliten el acceso de escuelas, bibliotecas y otros centros comunitarios a servicios de banda ancha e Internet.
- 7) Alentamos a los reguladores a poner práctica sistemas armonizados de adjudicaciones de espectro en conformidad con los resultados de la Conferencia de Radiocomunicaciones de la UIT y con los intereses nacionales de cada país. La participación en este marco claramente definido facilitará el despliegue internacional de equipos a bajo coste. Además, mediante economías de escala y la competencia entre suministradores de banda ancha y proveedores de servicios, se promoverá la banda ancha a bajo coste y la conectividad a Internet.

La banda ancha es habilitadora

- 1) La reglamentación debe tratar de aumentar el interés de los ciudadanos a largo plazo. La banda ancha puede contribuir a ello mejorando y facilitando la enseñanza, la información y aumentando la eficacia. Puede reducir los costos, salvar distancias, abrir mercados, mejorar la comprensión y crear empleos.
 - 2) Alentamos a los organismos reguladores a informar a los consumidores acerca de los servicios que se les ofrecen y sobre cómo utilizarlos para que toda la población pueda beneficiarse de ellos.
 - 3) Instamos a los organismos reguladores a colaborar con otras entidades gubernamentales, con la industria, con los grupos de consumidores y con otras partes interesadas, con el objeto de garantizar el acceso de los consumidores a la información que necesitan acerca de los servicios de banda ancha e Internet.
-

Impreso en Suiza
Ginebra, 2006

Derechos de las fotografías: Fototeca UIT