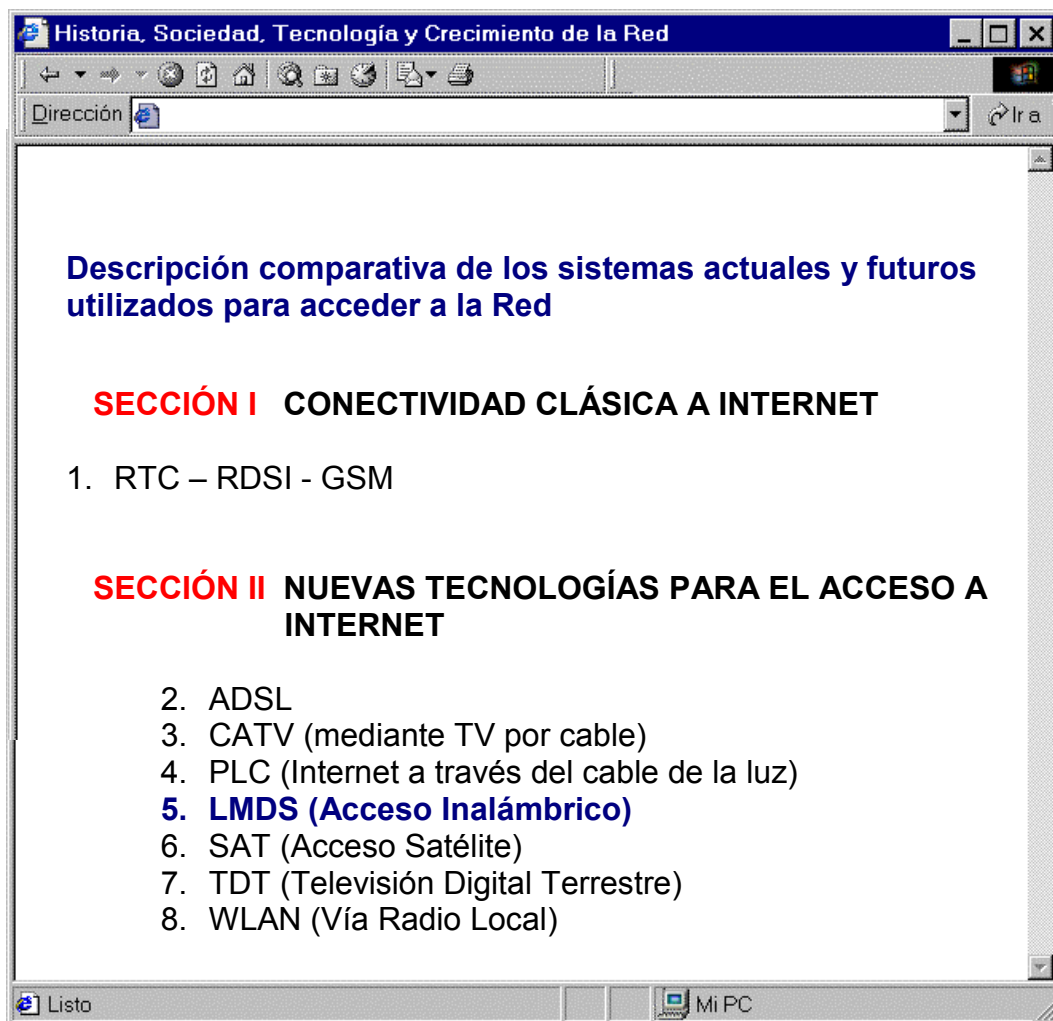


PARTE V

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGIA DE ACCESO A INTERNET



Descripción comparativa de los sistemas actuales y futuros utilizados para acceder a la Red

SECCIÓN I CONECTIVIDAD CLÁSICA A INTERNET

1. RTC – RDSI - GSM

SECCIÓN II NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL ACCESO A INTERNET

2. ADSL
3. CATV (mediante TV por cable)
4. PLC (Internet a través del cable de la luz)
- 5. LMDS (Acceso Inalámbrico)**
6. SAT (Acceso Satélite)
7. TDT (Televisión Digital Terrestre)
8. WLAN (Vía Radio Local)

PARTE V SECCIÓN II

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL ACCESO A INTERNET

LMDS

INTERNET POR EL AIRE (Tecnología LMDS)	259
1 INTRODUCCIÓN	259
2 UN POCO DE HISTORIA. ¿CÓMO Y PORQUÉ NACIÓ LA TECNOLOGÍA LMDS?	259
2.1 PRINCIPIOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO	261
2.2 SITUACIÓN DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE LMDS EN ESPAÑA	262
2.3 EL SOBRE-COSTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	264
3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA LMDS	265
3.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS DEL ACCESO LMDS	266
ELEMENTOS PARA UNA CONEXIÓN PERMANENTE A INTERNET VÍA RADIO	268
4 CAPACIDAD TRANSMISIÓN DE LOS SISTEMAS PUNTO MULTIPUNTO (PMP)	269
4.1 PMP A 3'5 GHZ	269
4.2 PMP A 26 GHZ	270
5 ¿QUÉ OFERTA EL MERCADO?	270
5.1 PRINCIPALES OPERADORES ALTERNATIVOS QUE UTILIZAN ESTA TECNOLOGÍA	270
5.2 PROVISIÓN DE SERVICIOS INTERNET MEDIANTE EL ACCESO RADIO	272
6 DESCRIP. DE UN SERVICIO GENÉRICO DE INET PERMANENTE VÍA RADIO	273
ELEMENTOS QUE EL OPERADOR PROVISIONA AL CLIENTE	273
6.1 UN ACCESO PERMANENTE IP	273
6.1.1 Acceso Mediante Frame Relay	274
6.1.2 Acceso Mediante ATM	275
6.2 EQUIPO DE CLIENTE (CPE O ROUTER)	275
6.3 EL DIRECCIONAMIENTO (PRIVADO O PÚBLICO)	275
6.3.1 La Gestión de direcciones IP frente a RIPE	276
6.4 LAS OPCIONES DE ENCAMINAMIENTO (O ROUTING)	277
6.4.1 Encaminamiento Estático	277
6.4.2 Encaminamiento Dinámico (BGP-4)	278
6.5 OTROS SERVICIOS OPCIONALES GENERALMENTE OFERTADOS	278
6.5.1 Servicio de DNS Primario-Secundario	278
6.5.2 Gestión de Dominios Propios para el Cliente	279
6.5.3 Acceso a Grupos de Noticias:	279
7 ANÁLISIS TECNOLÓGICO	280
7.1 PUNTOS FUERTES Y BENEFICIOS DEL ACCESO VÍA RADIO	280
7.2 BARRERAS DE DESPLIEGUE Y LIMITACIONES	280
8 COMPARATIVA FRENTE A OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO A INTERNET	282
8.1 ¿VÍA RADIO o VÍA CABLE? ¿SON LMDS Y EL CABLE COMPETIDORES?	283
8.2 LMDS VERSUS ADSL UNA ELECCIÓN TRIVIAL	283
9 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	285

INTERNET POR EL AIRE (Tecnología LMDS)

Accesos Inalámbricos a 3,5 y 26 GHz

1 Introducción

En este capítulo, se expone como acceder a internet de forma permanente cuando el acceso (distancia a recorrer entre la sede de un cliente y el punto de entrada a la red del operador o ISP), se cubre mediante tecnologías de acceso vía radio.

La entrada en competencia del mercado de las telecomunicaciones ha hecho que se tuviera que buscar nuevas alternativas a los pares de cobre instalados por el operador tradicional¹. Por lo que tecnologías como la radio y la fibra óptica han sido las escogidas por los nuevos operadores para establecer sus redes de acceso hacia los clientes, requiriendo la primera menos inversión y ofreciendo más flexibilidad en el despliegue. Es por ello, que el acceso vía radio desempeña un papel tan importante, en la liberalización del sector de las telecomunicaciones en nuestro país.

El capítulo comienza con una breve descripción histórica, para pasar a exponer la arquitectura y los elementos topológicos de una red cuyo bucle final es inalámbrico.

Por otro lado se analiza el mercado, citando a los operadores alternativos que utilizan esta tecnología. Punto que nos llevará a la creación y descripción de un servicio de internet genérico, que refleja de forma muy concreta las funcionalidades que estos operadores ofrecen a sus clientes corporativos². Para finalizar realizando un análisis de los puntos fuertes y débiles de la tecnología radio (denominadas de forma genérica LMDS) y estableciendo una comparativa con otras tecnologías que ofrecen prestaciones equiparables.

Tal y como se ha podido comprobar durante los primeros años de liberalización de las telecomunicaciones en España, lo más complicado en el despliegue de nuevas redes que lleven a los clientes sus servicios, es precisamente el tramo final. O lo que es lo mismo, el despliegue de una nueva red suficientemente capilar. LMDS es una solución versátil a este problema.

2 Un poco de historia. ¿Cómo y por qué nació la tecnología LMDS?

En general, las transmisiones vía radio, se han realizado históricamente siempre a (relativamente) bajas frecuencias. Uno de los factores que han llevado a ello es precisamente el hecho que el coste de los equipos aumenta

¹ En cualquier país, concretamente en España se refiere a Telefónica.

² Por lo general esta es una tecnología cuya aplicación a internet se da en empresas, debido a los costes de acceso.

proporcionalmente con la frecuencia de transmisión. Aunque después las economías de escala hagan bajar estos precios al cliente final (Ej. Los emisores y receptores de AM versus FM).

De hecho a baja frecuencia y con suficiente potencia, se logra llegar más lejos que utilizando alta frecuencia. Es por ello que la industria había focalizado su atención en la parte baja del espectro frecuencial. Los sistemas de microondas (a muy alta frecuencia) habían sido relegados para la transmisión de datos entre dos puntos, dada su gran directividad. Por lo que había la creencia de que utilizar muy altas frecuencias para la transmisión de imágenes de vídeo desde un punto a diversos puntos parecía impensable.

Hasta que un ingeniero proveniente del sector de la defensa³ diseñó un sistema de distribución de vídeo punto a multipunto en la banda de los 28 GHz. La idea era muy altas frecuencias y baja potencia para distancias cortas. Justo al revés de los sistemas tradicionales (de baja frecuencia y altas potencias). Así es como nació la tecnología LMDS⁴.

Bossard constituyó su empresa⁵ respaldado por una inmobiliaria que se encontraba con el hecho de que instalar TV por cable en las nuevas viviendas tenía un coste demasiado elevado y la idea de poder dar este servicio de forma inalámbrica suponía una gran ventaja en costes.

El primer desarrollo comercial de Cellular Vision se dio en 1991 en la ciudad de Nueva York (obteniendo un permiso especial de la FCC⁶) y en 1993, Bell Atlantic, Philips Electronics y hasta el banco de inversiones J.P. Morgan invirtieron en torno a los 43 millones de dólares para el desarrollo de la compañía. Su éxito inicial, contribuyó a que la industria de las telecomunicaciones y en concreto empresas como Marconi, Texas Instruments, HP iniciaran su producción de componentes para los sistemas LMDS.

Surgieron diversos problemas de regulación del espectro, puesto que esta misma banda era utilizada por aplicaciones militares y como más pasaba el tiempo, hacer cambiar la frecuencia (y por tanto la tecnología) a una de las dos partes tenía un coste más elevado.

Tras varios años y diversos cambios, el regulador americano asignó dos bloques de bandas de frecuencias:

<u>Bloque A (1.150MHz):</u>	27,50 - 28,350 GHz
	29,10 - 29,250 GHz
	31,075 - 31,225 GHz
<u>Bloque B (150MHz):</u>	31 - 31,075 GHz
	31,225 - 31,300 GHz

³ Bernard Bossard. Investigación relativa a los misiles Patriot, dados a conocer en la Guerra del Golfo de 1991.

⁴ LMDS: Local Multipoint Distribution System. Sistema de distribución punto a multipunto local.

⁵ Llamada Cellular Vision.

⁶ Federal Communications Commission.

La licencia para operar en esta banda, salió a concurso público en EUA el 18 de febrero de 1998 hasta el 25 de marzo,

Dividiendo el país en 493 zonas homogéneas en las que se ofrecían dos licencias: una de 1.150MHz y otra de 150MHz de espectro (correspondientes a los bloques A y B), para 10 años de explotación. El resultado, fue que un grupo de capital riesgo ha logrado dominar las licencias del Bloque A y que la pionera Cellular Vision no acudió a los concursos quedando relegada a la consultoría y asistencia técnica de las adjudicatarias.

En Europa, el sistema homólogo al LMDS es el llamado MVDS⁷, que funciona en la banda 40.5GHz - 42.5GHz, sobre el que la ETSI⁸ ya ha emitido su recomendación⁹.

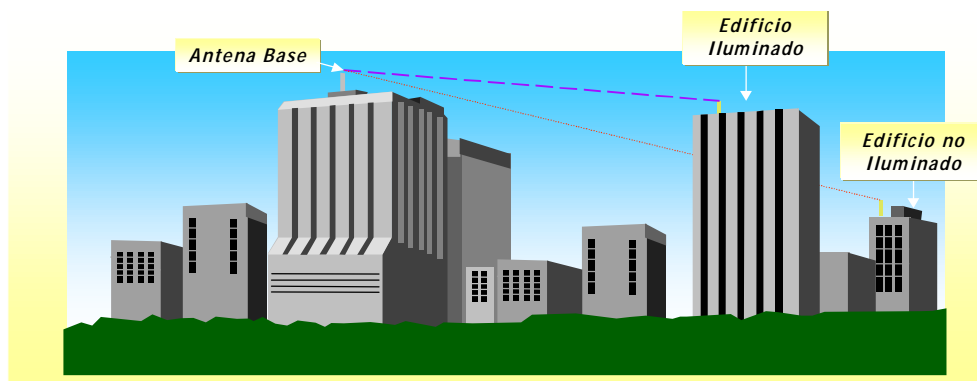
Nota de mercado importante:

Aunque el diseño original fue concebido para la distribución de vídeo, en muchos países europeos, se emplea como bucle local inalámbrico¹⁰, para construir las redes de acceso de los nuevos operadores. Pudiendo ofrecer un transporte bidireccional tanto de voz como de datos a alta velocidad.

2.1 Principios Generales de Funcionamiento

Como ya se ha expuesto anteriormente, el sistema LMDS lo utilizan los operadores alternativos para proporcionar la conexión directa de sus clientes con los nodos de sus redes de comunicaciones. La conocida “última milla” o tramo final. Es una forma más rápida y versátil en el despliegue de las nuevas redes, que complementa a los accesos por cable o fibra óptica.

La idea es sencilla, se instalan una serie de Estaciones Base desde donde se ofrece cobertura a un determinado barrio o zona geográfica. Con la salvedad de que tengan visión directa (puesto que los haces de onda a tan alta frecuencia son muy directivos), y por lo tanto si existen edificios altos intermedios, pueden provocar zonas sin cobertura¹¹.



⁷ MVDS: Multipoint Video Distribution System. Sistema de distribución de Vídeo punto multipunto.

⁸ ETSI: European Telecommunications Standard Institute. Instituto de estándares de telecomunicaciones europeo.

⁹ Recomendación (T-R 52-01) y la especificación (ETS 300 019-2-4).

¹⁰ WLL: En inglés Wireless Local Loop.

¹¹ En el argot, a las zonas sin cobertura se las denomina *Zonas no iluminadas*.



Sistema Radio de Distribución Punto a multipunto. Fotografía Estaciones Base: Fuente Retevisión.

Una vez, ajustadas las antenas se establece la comunicación bidireccional entre emisor receptor. De forma que después de la estación terminal¹² de radio, que se instala en el edificio del cliente, se suelen ubicar los multiplexores que proceden a dividir la capacidad portadora de transmisión, en múltiplos de 64Kbps. Capacidad equivalente de una línea de voz. De forma versátil se pueden utilizar tanto para la telefonía básica (digital) como para el transporte de datos hacia internet.

2.2 Situación del acceso a internet mediante LMDS en España

Coincidiendo con la liberalización de las telecomunicaciones y en concreto con la privatización del *Ente Público de la Red Técnica de Televisión*, más conocido por Retevisión¹³, en España se realizó un concurso para las primeras licencias LMDS. Como es bien conocido el concurso se lo adjudicó el consorcio liderado por Endesa y Telecom Italia. Posteriormente las obtuvieron Euskaltel (con licencia territorial únicamente para el País vasco) y un año más tarde Lince¹⁴.

Con el objetivo de fomentar aún más la competencia en la última milla, y de que se extendieran nuevas redes de acceso alternativas durante el 2000, ya en 1999¹⁵ se convocó el concurso y el 8 de marzo de 2000, se resolvían los

¹² También llamada RNU: Radio Network Unit. Unidad de red de radio.

¹³ Retevisión obtuvo una licencia en la banda de 26GHz y otra en la banda de 3,5GHz.

¹⁴ Opera con la marca comercial Uni2. Únicamente se le adjudicó una licencia en la banda de 26GHz.

¹⁵ Órdenes de 7 de octubre de 1999 (BOE 242, del día 9), se aprobó el pliego de cláusulas administrativas del concurso público para la adjudicación de licencias del tipo C2. Tres para la explotación de redes fijas de acceso vía radio en la banda de 26GHz y otras tres para la banda de 3,5 GHz.

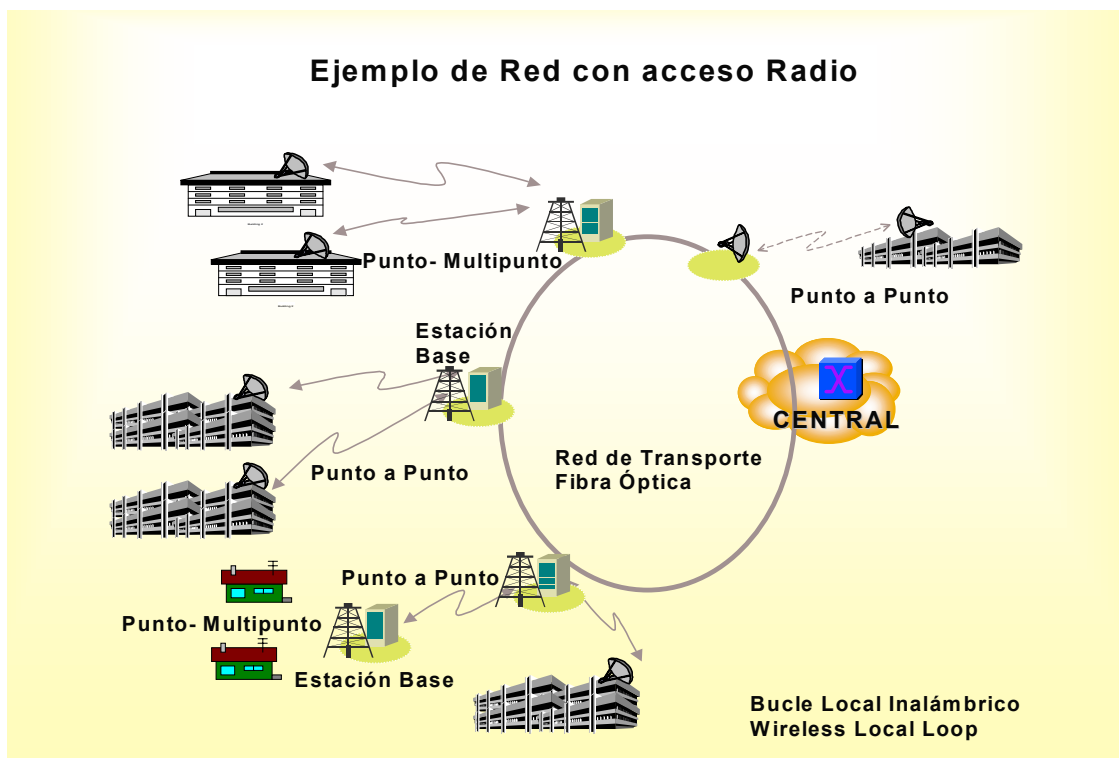
concursos públicos¹⁶ para la adjudicación de 6 licencias para explotar la banda de los 3,5 y 26 GHz. Siendo los adjudicatarios¹⁷ para la banda de 3,5GHz:

- Firstmark Comunicaciones España, S.L,
- Consorcio Abranet y
- Consorcio Aló 2000.

Y los de banda 26 GHz:

- Broadnet Consorcio, S.A,
- Consorcio Sky Point y
- Banda 26, S.A.

El Ministerio concedió una banda de frecuencias menor a la banda de 3,5GHz, (20MHz de bajada y 20MHz de subida), frente a los 50MHz de bajada y 50MHz de subida de la banda de 26GHz. De aquí que las licencias de 26Ghz tengan una capacidad casi tres veces mayor que las de 3,5Ghz.



¹⁶En el concurso se superó ampliamente la oferta de espectro, habiendo 25 aspirantes para las 3 licencias de 26 y 17 para las 3 licencias de 3,5. Estas licencias individuales eran del tipo C2: servían para establecer y explotar redes públicas fijas de acceso radio y convertirse en proveedor de proveedores. Sus titulares no pueden prestar el servicio telefónico directamente al público, sino alquilar la red o dar servicios a terceros operadores habilitados para vender al público (con licencias A y B1). Las licencias son nacionales y de veinte años de duración, prorrogables otros diez.

¹⁷Se presentaron en 3,5Ghz: Airtel, Consorcio Abranet, Consorcio Aló 2000, Consorcio Sky Point, Firstmark Comunicaciones España, Milenio Redes y Telefónica de España. Y en el de 26GHz hubo además de los siete anteriormente citados, Broadnet Consorcio, Banda 26 y Mill Telecom. Fuente: Comunicaciones World.

2.3 El sobre-coste del espectro radioeléctrico

Tal y como hemos visto, a diferencia de otros medios de transmisión en que una vez hecha la inversión, el operador es dueño de su infraestructura y tan solo tiene costes de mantenimiento, en el caso de la radio debe pagar una licencia añadida. El espectro de radiofrecuencia es un bien escaso y como tal las administraciones con competencias lo administran de forma que está altamente regulado y únicamente pueden utilizarlo con fines comerciales, aquellos que estén dispuestos a pagar las licencias que impone la Administración.

Nuestro país se adelantó mundialmente al sacar a concurso público el espacio radioeléctrico destinado a la telefonía móvil de tercera generación. A partir de aquí otros estados europeos con voraz afán recaudador, utilizaron el método de la Subasta, llegando a obtener ingresos extraordinarios para sus arcas de varios billones de pesetas. Con lo que en España para compensar ese menor ingreso se estableció una nueva Tasa por el uso del espectro, que no afectaba únicamente a los 4 adjudicatarios¹⁸ de las licencias UMTS sino a todos los que utilizaban el espectro.

Según una comparativa elaborada por los operadores de LMDS, los adjudicatarios de 26GHz pasaron de pagar 116,8 millones en el año 2000 a 1.647 millones en el 2001, es decir, 14 veces más. Y los de la banda de 3,5GHz en torno a los 700 millones.

Tanto se tensó este afán de conseguir las licencias de los nuevos móviles que al final llevó a endeudar de forma excesiva a la mayoría de operadores, causando un daño de difícil reparación en el sector. Todo ello unido con el retraso de la tecnología UMTS y al menor crecimiento de la economía desde abril de 2000, ha hecho estragos en el sector de las telecomunicaciones, propiciando muchos despidos de personal en la mayoría de fabricantes.

Ante esta situación, las seis operadoras de LMDS presentaron un recurso a los Ministerios de Ciencia y Tecnología, Economía y Hacienda en el que señalaban que el incremento en la tasa de reserva por uso del espectro hace inviable el establecimiento y explotación de los sistemas de acceso vía radio. El pasado 11 de junio de 2001 se llegaba un acuerdo de una reducción de un 75% en las tasas correspondientes para el año¹⁹ 2002. De esta forma, los seis operadores LMDS ya no tendrán que pagar 10.000 millones de pesetas por hacer uso del espectro. La rebaja entrará en vigor en el 2002 y tendrá vigencia hasta el 2006.

¹⁸ Telefónica Móviles, Vodafone-Airtel, Amena-Auna y Xfera.

¹⁹ El acuerdo ha servido también para desbloquear las negociaciones que mantiene los operadores móviles con la Administración a fin de reducir también las tasas de explotación del espectro radioeléctrico.

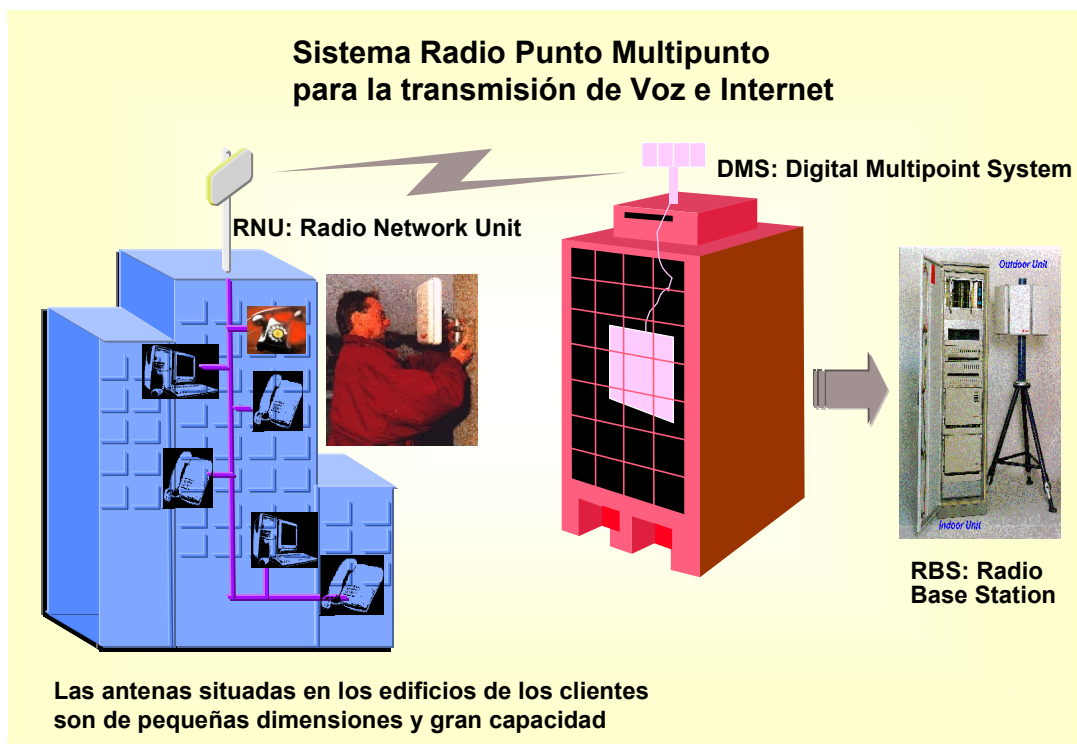
3 Arquitectura del sistema LMDS

NOTA TERMINOLÓGICA:

Aunque el término LMDS se emplee genéricamente para designar a los sistemas utilizados en el bucle local vía radio, debería precisarse que de forma propia el término LMDS aplica a los sistemas en banda 28GHz de EUA. Para denominar a la banda de 26GHz utilizada en España deberíamos utilizar la descripción “Fixed Wireless Acces”. Y referir los sistemas de 3,5Ghz como “Wireless Local Loop”, WLL (para distinguirlos del Wired Local Loop o bucle de abonado de cobre). Aún así vulgarmente se utiliza el término LMDS como genérico.

Hecha la anterior apreciación, dentro de los Accesos Vía Radio podemos distinguir, entre los sistemas Punto a Punto y los Punto a Multipunto. Utilizados para cubrir distintas necesidades. Aunque se trate de una red de acceso celular (parecida a la de los móviles) debemos tener en cuenta que los terminales de usuario son fijos.

Mediante el Punto a Punto (PaP²⁰) se permiten capacidades de transmisión desde 2Mbps hasta 640Mbps, por tratarse de un acceso dedicado a un usuario. Mientras que en el acceso Punto Multipunto (PmP²¹) el ancho de banda total del transporte deberá dividirse entre varios edificios destino, por lo que no son normales velocidades superiores a 2Mbps. Que a su vez se dividirán en grupos de canales a 64Kbps²².



²⁰ Se asignan Bandas de 38, 26 y 23GHz para alcances de 0 a 8Km (cobertura en poblaciones urbanas) y 18, 15 y 8GHz para alcances de 8 a 50Km (cobertura interurbana, acceso a puntos lejanos o aislados).

²¹ Las Bandas de frecuencias asignadas son de 3'5 y 26GHz.

²² Velocidad típica para un canal telefónico.

Por lo que los sistemas Punto a Punto, al requerir de una inversión más elevada suelen reservarse para dar servicio a grandes empresas y a proveedores de Internet (ISPs), mientras que los Punto a multipunto, PmP son una buena alternativa cuando se buscan unos costes más reducidos para las pequeñas y medianas empresas. Aunque en este estudio nos centraremos en los PmP orientados fundamentalmente al mercado de las Pymes.

3.1 Descripción técnica de los elementos del acceso LMDS



Esquema general de un sistema LMDS: Punto Multipunto

La arquitectura del sistema es bastante simple, y está formada por una serie de estaciones base interconectadas entre sí y con el centro de control de red por medio fibra o radioenlaces. Éstas estaciones base dan servicio bidireccional a los Terminales de Cliente (ubicados en azoteas de edificios), y a partir de ese punto se realiza la conversión radio-eléctrica. Llegando hasta la centralita del cliente mediante un cableado estructurado vertical

Por lo que en una red de este tipo tendremos tres grandes bloques:

- La infraestructura de Acceso Inalámbrico (vía radio)
- La infraestructura de Acceso Fijo intercomunicando estaciones base
- Y la infraestructura troncal (de alta capacidad).

La estación base es el punto en donde se realiza la conversión entre la infraestructura fija y la inalámbrica conectando con las centrales locales, para ofrecer el servicio al cliente.

La infraestructura de Acceso Fijo consiste en enlaces del tipo E3 (34Mbps) SDH²³ sobre fibra o STM-1 (es poco común utilizar la PDH²⁴) entre las estaciones base.

En la infraestructura troncal, estos enlaces SDH son de mayor capacidad (STM16).

Los equipos principales como se ha visto en los esquemas anteriores, son: La Estación Base y el equipo terminal de usuario (instalado en el edificio del cliente), que recibe las señales de radiofrecuencia (RF) a 26 GHz y los demodula a una frecuencia intermedia (IF) a 300 MHz para llevarlos a la unidad interna del edificio o multiplexor que ofrece al cliente los puertos de interconexión estándar.



Estación Base. Interna y Externa



Imagen Equipo terminal de usuario (Parte Interior)
Fuente: Marconi



Equipo Terminal de Usuario (Parte Exterior)
3'5 GHz Fuente: Marconi



Equipo Terminal de Usuario (Parte Exterior)
26 GHz Fuente: Marconi

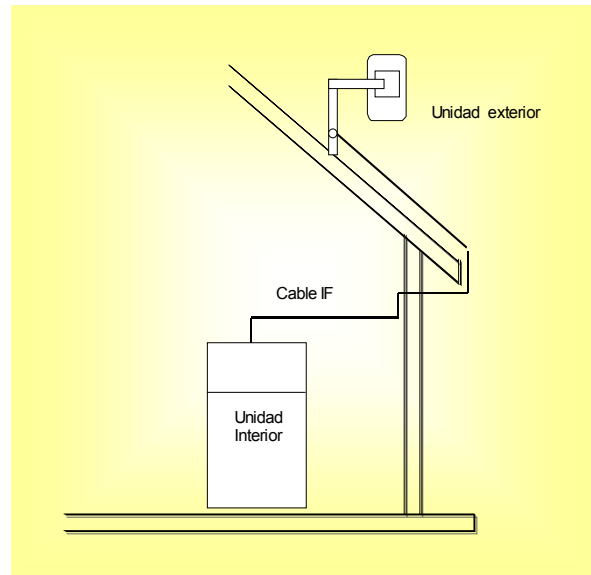
²³ SDH: Synchronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Síncrona.

²⁴ PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy. Jerarquía Digital Plesiocrona.

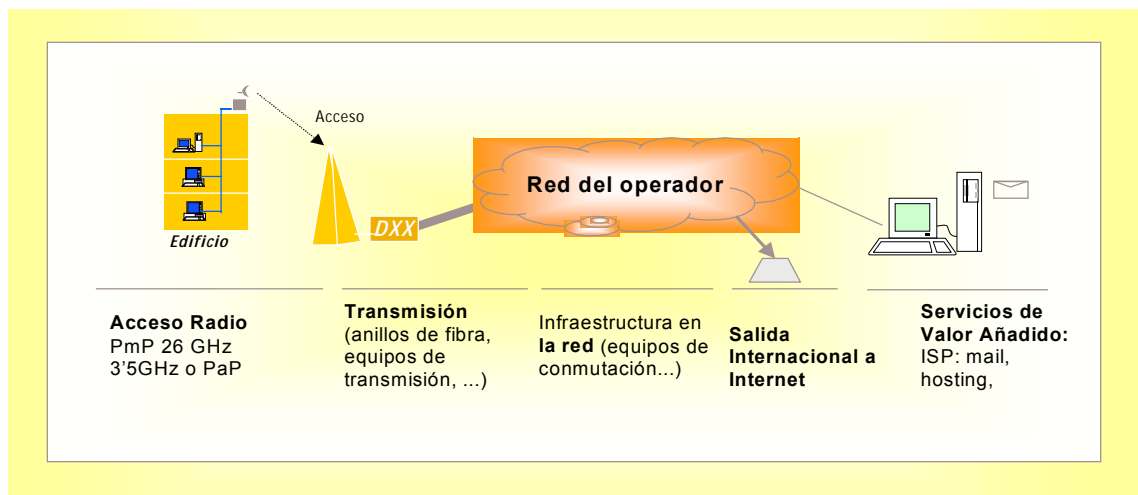
El terminal de Usuario se compone (al igual que la Estación Base) de dos elementos. La unidad exterior de radiofrecuencia y la unidad interior que actúa de multiplexor de las señales. Ambas se unen por un cable con señales a frecuencias intermedias (IF, alrededor de los 300 MHz), ya demoduladas.

Es en esta unidad interior en donde conectaremos los equipos de cliente:

Centralitas para voz, o CPEs (Routers, conmutadores, etc...) para internet.



3.2 Elementos para una conexión permanente a Internet vía radio

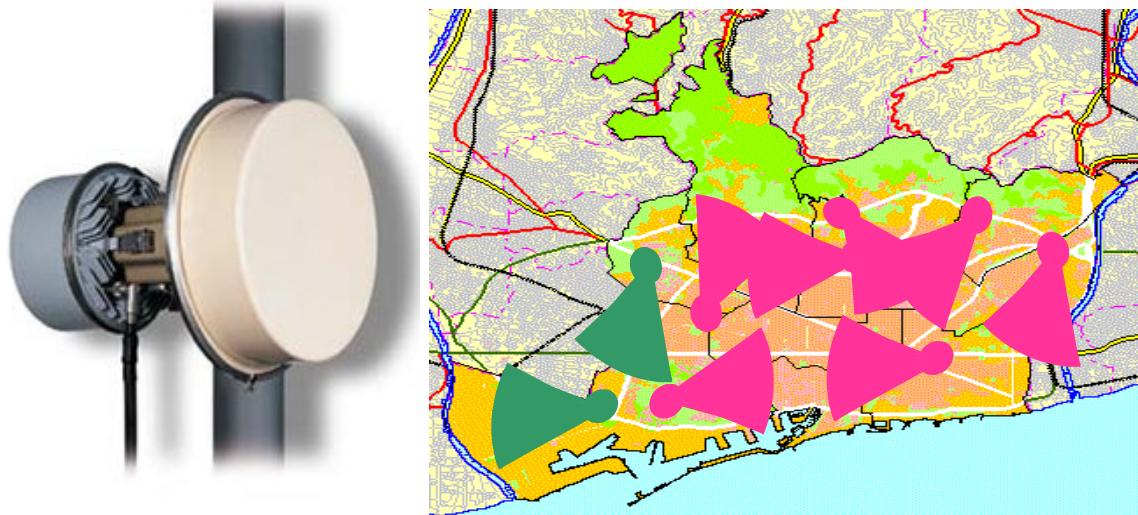


Una vez, el cliente está conectado mediante un enlace vía radio, se lleva su conexión hacia la red troncal de transporte del operador. Y será desde allí que se redirija hacia la salida internacional hacia internet.

De manera que se obtiene una conexión permanente a alta velocidad y que puede ser simétrica (velocidad de subida y bajada hacia internet).

4.2 PmP a 26 GHz

Aunque tengan un alcance menor (aproximadamente sectores de 3Km de radio), los Sistemas de Acceso PmP 26 GHz se caracterizan por una mayor capacidad siendo el coste de los equipos también muy superior.



Con varias Estaciones Base, se da cobertura 26 GHz a sectores de una ciudad

3'5 GHz	26 GHz
Largo alcance: hasta 7 Km	Corto alcance: hasta 3 Km
Baja Capacidad: < 4 Mbps	Alta Capacidad: >16 Mbps
Coste reducido	Ele vados Costes

5 ¿Qué oferta el Mercado?

Tal y como se ha expuesto anteriormente, después de que únicamente Retevisión y Uni2 tuvieran licencia para operar y extender sus redes con acceso radio, se convocó un concurso que otorgó 6 licencias más. Tres para la banda de 3.5 GHz y tres más para la banda de 26 GHz.

5.1 Principales operadores alternativos que utilizan esta tecnología

En general, este tipo de despliegue se realiza focalizado al mercado empresarial que de media tiene un ARPU²⁵ o ingreso medio por cliente 60 veces mayor que un cliente particular, y por tanto permite recuperar las inversiones en un menor tiempo. Aunque los operadores tienen productos específicamente desarrollados para el mercado residencial, puesto que muchos edificios cubiertos con acceso directo vía radio son mixtos, conviviendo empresas y particulares.

²⁵ ARPU: Average Revenue Per User. Ingreso medio por cliente o usuario.

Después de los concursos para las licencias se añadieron a desplegar redes de acceso con tecnología radio los siguientes operadores LMDS:

FirstMark²⁶, tiene previsto invertir más de 44.500 millones para el 2004. La fecha de inicio de sus operaciones fue el 16 de febrero de 2001 en 26 ciudades españolas con más de 200.000 mil habitantes. A finales de junio cubría 72 ciudades y tiene previsiones de dar cobertura a un total de 177 ciudades españolas en el segundo trimestre del 2004. Posee además, 289 estaciones base instaladas y en servicio.

Neo²⁷ marca comercial del consorcio Abrared. Opera en la banda de los 3'5 GHz Se presentó en sociedad el 8 de mayo de 2001. 40% de la población con 126 estaciones base en abril de 2002. Su inversión prevista en el lanzamiento fue de 55.000 millones de pesetas (330,5 M€).

Sky Point²⁸, comenzó a operar el 16 de febrero de 2001, esperaba tener, 99 ciudades cubiertas en 2002 hasta llegar a las 109 en el 2003. Estimaba a finales de 2001 cubrir el 65% de las empresas en menos de cuatro años, y como mínimo, todas las ciudades de más de 50.000 habitantes.

Banda Ancha²⁹ (Aló 2000) Inversión de 100.000 millones de pesetas durante los diez primeros años de operación. Los operadores, empresas y proveedores de servicios son su mercado objetivo.

Broadnet³⁰ Inició en Junio de 2001 a comercializar sus servicios en 36 localidades españolas en donde ya dispone de una red propia desplegada y tiene previsto llegar a un mínimo de 150 provincias en cuatro años. Estima tener 178 estaciones base en el 2005 y una inversión de 300 millones de euros. Ha conseguido licencias para operar en diez países.

Banda 26³¹, el consorcio que fue liderado por Jazztel con presencia en 54 ciudades de todo el territorio nacional. La compañía tiene previsto cubrir 80 ciudades en sus dos primeros años de actividad. Hasta finales de 2001 había destinado 40 M€. Su principal mercado es satisfacer las necesidades de acceso directo de Jazztel.

²⁶ Constituida por: Firstmark Communications Europe(35%), América Móvil (17,5%), El Corte Inglés (12%), Omega Capital (5%), Caja San Fernando (2,5%), Ibercaja (2,5%), el Monte de Huelva y Sevilla (2,5%) y el Diario de Burgos (1,5%). Posee licencias C2 (3'5GHz) y B1.

²⁷ Inicialmente por: Iberdrola Diversificación, S.A (38%), Formus Communication Ibérica S.A (31%), Caja Ahorros Galicia (5,5%), Caja Ahorros Valencia, Castellón Alicante (5,5%) y Grupo Corp Fuertes, S.L (2%) licencias C2 (3'5 GHz) y B1.

²⁸ Recoletos Compañía Editorial (15%), Unidad Editorial el Mundo (15%), Star 21 Networks (30%), Grapes Communications (30%) e Isolux Wat (10%) constituyen Sky Point. Licencias C2 (26GHz) y A, Autoriz General tipo C

²⁹ Su accionariado está compuesto por: RSL Communications Spain –Aló- (30%), United Pan Europe Communications (30%), Dragados Industriales (20%) e Hidroeléctrica del Cantábrico (20%). Posee una licencia del tipo C2 (3,5Ghz).

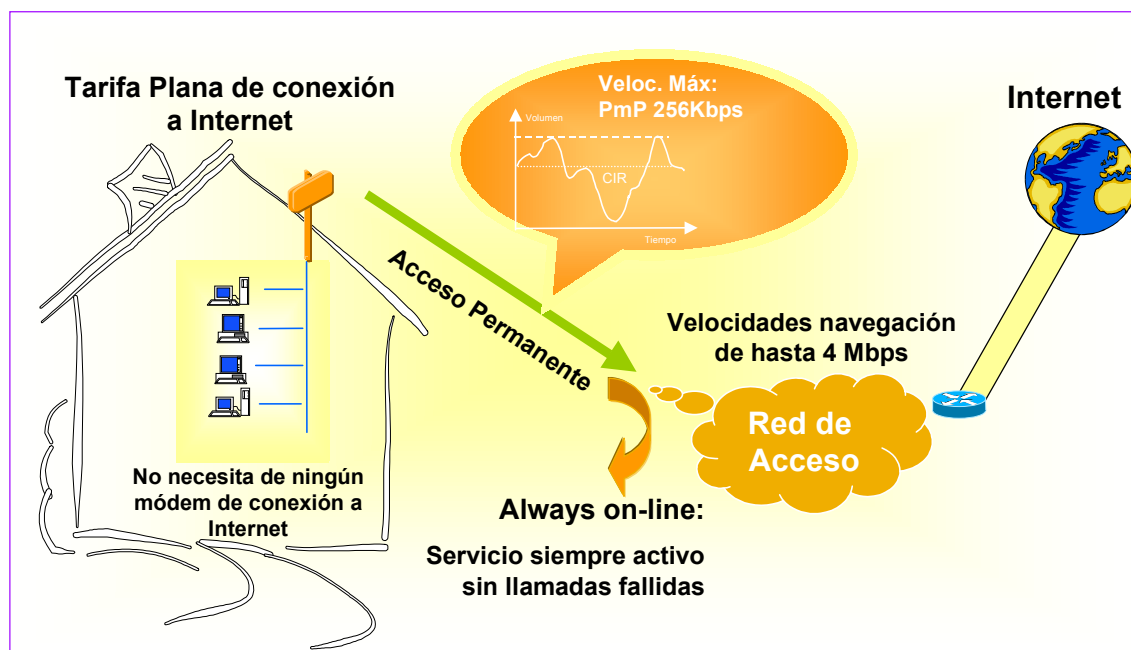
³⁰ Broadnet Holding B.V. (40%), ACS (21,1%), J.P Morgan Capital Corporation (12,6%), Bankinter (11,5%), Mercacapital Telecom, S.A (66%), Telecomunicaciones Operadas por Radio 26, S.L (4,3%) y Corporación Financiera Alba (3,9%). Licencia C2 (26GHz) y licencia de voz. Posee además, alianzas estratégicas a nivel europeo con: Lucent, Alcatel, KPN Qwest, Microsoft Oracle, Cap Gemini, Erns&Young, Geneva y Narus.

³¹ Banda 26 tenía como accionariado: Jazz Telecom, S.A (51%), Blescare-Teligent, Inc-(40%) y Abengoa (9%), aunque actualmente las acciones de Teligent han sido compradas por Jazztel. Licencia del tipo C2 (26 GHz).

Algunas reflexiones:

- Todos ellos tienen un mercado objetivo bastante reducido, puesto que sus grandes capacidades, en muchos casos exceden a la demanda real del cliente. Por lo que muchos de ellos finalmente se especializan en un mercado poco conocido como es el del Carrier's Carrier. O lo que es lo mismo, alquilar sus infraestructuras de acceso a otros operadores.
- Aunque estos sistemas LMDS constituyan una buena alternativa como tecnología de acceso en el bucle local, su impacto es todavía muy bajo debido a la poca cobertura real que existe.
- Los operadores de LMDS han entrado recientemente en el mercado y se puede considerar que esta tecnología no se encuentra aceptada extensamente.
- Las fuertes pérdidas que han acarreado para los operadores las subastas de licencias de móviles de tercera generación (o UMTS), han hecho que se frenara la demanda, siendo los fabricantes los más afectados. Todo ello unido a una cierta recesión general, y a la problemática encontrada en la obtención de permisos para la instalación de las antenas, ha echado al traste cualquier previsión que tenían este tipo de operadores.
- El no-cumplimiento de ninguno de los planes de negocio previstos en su lanzamiento ha provocado ya las primeras fusiones:
Por ejemplo la realizada entre SkyPoint y Neo (formando SKN).

5.2 Provisión de Servicios Internet Mediante el Acceso Radio



En función de como se realice la conexión al cliente final, (Punto a multiPunto o Punto a Punto), se ofrecen unas velocidades de acceso y unos caudales bien

diferenciados. Retevisión fue de los pioneros en ofrecer este tipo de soluciones con su producto *Internet de Banda Ancha 256Kbps*. Una solución que aprovecha los equipos de acceso radio PmP para voz, y que de los 2 Mbps que llegan al edificio del cliente unifica 4 circuitos de 64Kbps para transportar simétricamente 256 Kbps que se repartirán entre los clientes que obtenga de ese edificio.

Por otro lado utilizando accesos Punto a Punto, se ofrecen accesos dedicados a Internet de gran escalabilidad 64Kbps, 128Kbps, 256Kbps, 1024Kbps, 2Mbps, 4Mbps. Como los ofrecidos por Neo-Skypoint o FirstMark.

6 Descrip. de un Servicio Genérico de Inet Permanente Vía Radio Elementos que el operador provisiona al cliente

En este apartado se describirá de la forma más genérica posible el proceso y los elementos que un operador debe provisionar a un cliente de internet empresarial, que desea tener una conexión permanente a la red, con una alta capacidad de transporte de información.

Fundamentalmente, los elementos a provisionar al contratar un servicio Internet son: el acceso físico, un caudal IP, el router o equipo del lado cliente y un conjunto de servicios opcionales. Además, una vez establecido el acceso, se deberá aplicar un esquema de encaminamiento IP apropiado en el router-nodo de acceso de la red de transporte y en el router del cliente para que el tráfico fluya desde y hacia la *Red*.

6.1 Un Acceso Permanente IP

Para proveer un acceso dedicado a Internet, debemos instalar una conexión IP dedicada entre la sede que requiere el servicio y la red de datos del operador (Retenet de Retevisión, Interpista de BT, Jazznet de Jazztel, o las redes propias de Iberbanda, Skypoint, Neo, entre otras).

En el acceso IP se determinará la velocidad y *caudal* de tráfico máximo permitido en la conexión hacia Internet y hacia los puntos neutros de intercambio (NIX³²).

La conexión del router con La Red de Transporte para proveer el servicio de Acceso a Internet se podrá realizar por dos medios distintos:

- Frame Relay
- ATM

Los detalles generales de implementación de los distintos modos de acceso responden a los estándares definidos para cada protocolo. Existen, sin embargo, algunas características específicas para el servicio de Acceso a Internet a las que nos referiremos a continuación.

³² NIX: Neutral Internet Exchange.

6.1.1 Acceso Mediante Frame Relay

En esta opción, se define una conexión en protocolo Frame Relay entre el nodo IP del Operador y el Router de la sede del Cliente. La conexión se establece mediante un PVC³³ local.

El Caudal viene determinado por el CIR³⁴ del PVC, que debe ser idéntico tanto en un sentido como en el otro. Además de la simetría de los CIR del PVC, otra característica importante de los PVC de acceso del servicio Internet es la que se refiere al EIR³⁵:

EIR = 0

Con respecto a las velocidades del Acceso FR, que se pueden proporcionar, son las siguientes:

Velocidad Acceso (Kbps)	64	128	192	256	384	512	768	1920	1984	2048	2x2 Mbps	3x2 Mbp	4x2 Mbps
-------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	----------	---------	----------

Los **caudales** bidireccionales (posibles valores del CIR del PVC) que habitualmente pueden ser contratados en el servicio son los siguientes:

Caudal (Kbps)	16	32	48	64	128	256	384	512	768	1024	1536	1984	2x2 Mbps	3x2 Mbps	4x2 Mbps
---------------	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	----------	----------	----------

Nota: Accesos Nx2

Aunque la tecnología Frame Relay llega únicamente hasta velocidades de 2 Mbps, se pueden soportar caudales entre 2 y 8 Mbps también a través de accesos FR. Esta solución conlleva la construcción de tantos accesos Frame Relay de 2 Mbps como sean necesarios para soportar los caudales comprendidos entre 2 y 8 Mbps. Por lo que si se contrata un caudal de 6 Mbps, serán necesarios 3 accesos de 2 Mbps de Frame Relay. La agregación de los caudales de 2 Mbps Frame Relay se realiza a nivel 3 mediante el propio protocolo IP. Esta multiplicidad de accesos conlleva que el router o Home Gateway que se instale en las dependencias del Cliente debe presentar tantas interfaces WAN como accesos Frame Relay se hayan construido. En nuestro ejemplo, sería necesario un router con 3 interfaces WAN.

³³ PVC: Permanent Virtual Circuit. Circuito Virtual Permanente.

³⁴ CIR: Committed Information Rate. Velocidad mínima asegurada en caso de congestión.

³⁵ EIR: Si el EIR=0 cualquier trama que supere la Velocidad del CIR será descartada. Por lo que la Vmax=CIR.

6.1.2 Acceso Mediante ATM

Igualmente, para esta opción, una vez instalada la conexión ATM en la *central*, se define un **PVC** entre el Router lado Cliente y el equipo de red, que proporciona el acceso a Internet. El acceso a la Red de Transporte para la prestación del servicio de Internet mediante el servicio ATM suele presentar como clases de servicio, únicamente el parámetro **VBR**.

El **Caudal** viene determinado por los parámetros **SCR** y **PCR**³⁶ del Circuito Virtual, que suele ser idéntico tanto en un sentido como en el otro.

Con respecto a las velocidades, que se pueden proporcionar, suelen ser las siguientes:

Velocidad de Acceso (Mbps)	2	34	155
----------------------------	---	----	-----

Los caudales bidireccionales (valores del SCR) que pueden ser contratados en un servicio de Acceso a Internet mediante ATM suelen ser los siguientes: entre 2 y 26 Mbps en pasos de 2 Mbps

6.2 EQUIPO DE CLIENTE (CPE o Router)

El Router es uno de los elementos más importantes en el servicio de Acceso a Internet. Existen determinadas configuraciones de encaminamiento IP que por su complejidad hacen muy aconsejable la contratación de una consultoría de red, para el diseño óptimo del sistema.

Los costes oscilan entre las 100.000 pesetas y los varios millones, según las funcionalidades que se requieran.

6.3 EL DIRECCIONAMIENTO (Privado o Público)

Para que el Cliente pueda tener acceso a Internet, debe disponer de direcciones IP públicas en sus redes corporativas³⁷ es decir, registradas por RIPE³⁸ en la Internet. Existen tres opciones de direccionamiento:

- Direccionamiento público asignado (cedido) por el Operador (llamado *PA o Provider Agregatable*). Es el más normal en el caso de pequeñas y medianas empresas que requieran un acceso corporativo sin la finalidad de reventa del servicio (no ISP). A estas empresas se les asigna (cede) un bloque del rango de direcciones que tiene el Operador reservado en RIPE (62.81/16; 62.82/15). De este modo, el bloque de direcciones (redes) del cliente se anunciarán en Internet de forma integrada en el *superbloque* del Operador.

³⁶ SCR y PCR: Sustainable y Pic Information Rate. Velocidades sostenibles o de pico (máximas) de la información.

³⁷ Salvo en los casos especiales en que se utilicen funcionalidades tipo **NAT**. Network Address Translation. Traducción de direcciones de red. En este caso, el cliente únicamente tendrá 1 sola dirección pública, y el resto serán privadas.

³⁸ RIPE NCC: Research IP European, Network Coordination Center. Es el organismo delegado por la IANA (*Internet Assignment Network Authority*) y posteriormente por el ICANN, organismo internacional para la asignación de direcciones en Internet), para la asignación de direcciones Internet en la zona de Europa y Oriente Medio.

- Direccionamiento público propio del Cliente (PI o Provider Independent). Es el más normal en el caso de grandes empresas que requieren un acceso corporativo con gran presencia en Internet o para grandes ISP (*revendedores* de Internet). Es el caso del Cliente que ha decidido que sus redes sean independientes del proveedor de acceso a Internet. Tiene como ventaja el que estas direcciones son “propiedad” del cliente y que cuando decida cambiar de proveedor, no precisará reconfigurar todo su equipamiento al no tener que devolver esas direcciones al proveedor que deja.

Son normalmente empresas que se constituyen como *Sistema Autónomo*³⁹ dentro de Internet, aunque, no es imprescindible.

- Direccionamiento privado. Existe la posibilidad de proporcionar acceso a Internet sin que el cliente tenga que disponer de direcciones públicas⁴⁰ (propias o asignadas por el Operador) en sus redes corporativas.

Para que ello sea posible se le asigna (cede) al cliente una única dirección pública del rango de direcciones del backbone del Operador y se le configura en el Equipo de Acceso del cliente, en su acceso WAN junto con la funcionalidad de NAT⁴¹, que proporciona acceso a Internet mediante direcciones privadas del cliente gracias a una conversión de direcciones y puertos que realiza el router contra la dirección asignada al acceso WAN del Equipo de Acceso.

6.3.1 La Gestión de direcciones IP frente a RIPE

Consiste en la asignación de bloques de direcciones del rango que tiene el Operador reservados frente a RIPE.

El Operador no realizará la gestión de la solicitud de direcciones en el caso de que el cliente requiera direccionamiento público propio (*PI*). En ese caso se le recomendará que se constituya como LIR⁴² de tal modo que pueda cursar directamente sus peticiones a RIPE.

Para más información, consúltese en:

RIPE NCC: <http://www.ripe.net>
IANA: <http://www.iana.net>
ICANN: <http://www.icann.net>

³⁹ *Autonomous System (AS)* o Sistema Autónomo: Es una entidad que se define en Internet como un conjunto de redes (bloques de direcciones IP) que siguen una política de encaminamiento unificada e independiente del resto de redes de Internet. Cada AS debe de estar registrado en RIPE con los bloques de direcciones que la integran y su política de routing. Los diferentes AS se hablan entre sí mediante el protocolo BGP4.

⁴⁰ El cliente dispondrá de una única dirección pública que es la que utiliza internamente la Red de Acceso.

⁴¹ NAT: Network Address Translation. Traducción de direcciones de red. En este caso, el cliente únicamente tendrá 1 sola dirección pública, y el resto serán privadas.

⁴² LIR: *Local Internet Registry*. Registrador local de internet. Para poderse dirigir al ente RIPE y pedir direcciones, la organización debe constituirse como LIR.

6.4 LAS OPCIONES DE ENCAMINAMIENTO (O ROUTING)

Existen diferentes posibilidades que se le brinda al cliente para que sea él el que elija el tipo de enrutamiento que desea dependiendo de la configuración de la conexión a Internet que posea su organización:

- Encaminamiento **estático**
- Encaminamiento **dinámico** con BGP4.

6.4.1 Encaminamiento Estático

El más habitual. Se realiza mediante rutas estáticas IP. Es apropiado para el caso en que el cliente tiene un único proveedor de acceso a Internet.

Según las características del direccionamiento IP también nos podemos encontrar en tres escenarios:

- **Direccionamiento público asignado** (cedido) **por el Operador (PA)**:

Es el caso más normal para el que se aplica el encaminamiento estático. Las Características de la configuración son las siguientes:

- Estas redes de clientes se integran en el proceso de encaminamiento interno de las Redes de Transporte mediante redistribución de rutas estáticas.
- En el anuncio BGP de la Red de Transporte del operador con otros ASs (Autonomous Systems), las redes del cliente se engloban (son originadas) en el AS del Operador.

La cesión de direccionamiento IP Público por parte del Operador necesita de la cumplimentación de un formulario RIPE, en el que se expone la delegación en el cliente que hace el operador, de un conjunto de direcciones públicas de su superbloque.

- **Direccionamiento privado**: análogo al caso anterior, pero con la particularidad de que todas las redes privadas del cliente se anuncian con una única dirección IP pública, que es la dirección IP cedida por el Operador en el acceso WAN, gracias al uso de la funcionalidad NAT.
- **Direccionamiento público propio del Cliente (PI - Provider Independent)**. Situación muy poco usual, el cliente, aún teniendo direcciones propias (PI), como tiene un único proveedor, puede anunciar sus redes mediante routing estático. La única limitación existente es que para asegurar que sus redes sean propagadas por toda la red deben constituir un bloque igual o superior a 32 clases C. Es el caso más usual aunque para según que redes la restricción puede ser diferente. Bloques de inferior tamaño están siendo filtrados por grandes *backbones* (el caso de Sprint) para forzar que se agreguen y así se contribuya a la disminución de las tablas de routing global. La forma de encaminar estos bloques puede ser tan fácil como en el caso anterior, salvo que en este caso, deberán registrarse en la base de datos de RIPE (DB-RIPE), como incluidas dentro del sistema autónomo de la Red de Transporte del Operador (AS-xxxx) antes de anunciarse a los vecinos BGP.

6.4.2 Encaminamiento Dinámico (BGP-4⁴³)

Únicamente utilizado por grandes clientes que utilizan dos o más operadores para conectarse a internet. Se realiza mediante el protocolo BGP4 (*Border Gateway Protocol*). Y es apropiado para aquellos clientes que dispongan de un Sistema Autónomo (AS, *Autonomous System*) registrado en RIPE en el que se agrupan sus bloques de direcciones, bien sean del tipo PI (*Provider Independent*) o del tipo PA (*Provider Agregatable*)⁴⁴. Es decir, quiere que sus redes se encaminen de forma independiente al AS de la Red de Transporte del operador.

El establecimiento de un Sistema Autónomo será necesario en aquellas empresas⁴⁵ con **más de un proveedor** de acceso a Internet y que requieran un balanceo en la salida internacional o bien un *backup* entre estos.

Características de la configuración:

- Para el encaminado de sus redes se establecen sesiones BGP-4 entre sus routers externos y los de acceso de la Red de Transporte. Se pueden establecer varias sesiones por razón de redundancia o de eficiencia dependiendo de la dispersión geográfica de la red del cliente.
- Deberá Registrarse la política de routing en RIPE.

Existiendo dos opciones de configuración del BGP4:

1. Full routing: Anuncio de todos los sistemas autónomos y redes en Internet
2. Partial routing: Anuncio del sistema autónomo y de redes del Operador y sus clientes.

6.5 OTROS SERVICIOS OPCIONALES GENERALMENTE OFERTADOS

El servicio Internet ofrece la posibilidad de contratar facilidades opcionales dirigidas a clientes con requisitos más exigentes en áreas específicas.

6.5.1 Servicio de DNS Primario-Secundario

Los servidores DNS proporcionan la función de resolución de nombres de dominio directa e inversa; es decir, identifican la dirección IP de un determinado host en función de un nombre de dominio⁴⁶. Toda red que se conecte a Internet debe disponer de un servidor DNS Primario y como mínimo de un DNS secundario como respaldo del primario, que actuará en caso de que el primario falle.

⁴³ Realizado mediante el BGP-4: Border Gateway Protocol. Protocolo de comunicación entre Sistemas Autónomos.

⁴⁴ Si las direcciones del cliente son del tipo PI (*Provider Independent*) debe ser él mismo quien solicite a RIPE ser Sistema Autónomo (AS). Si las direcciones son del tipo PA (*Provider Agregatable*), el cliente debe solicitar ser AS a través de su Proveedor, en este caso Retevisión. Este último caso implica que el otro proveedor deberá anunciar direcciones que pertenecen al rango de direccionamiento de Retevisión.

⁴⁵ Habitualmente son Proveedores de Internet o Grandes Entidades Financieras.

⁴⁶ Nombre de Dominio: Son cadenas de hasta 256 caracteres que identifican unívocamente a una máquina con dirección IP dentro de la Internet. Siguen una estructura jerárquica por niveles (nombre.nombrenivel2.nombrenivel1): Los nombres de nivel 1 (TLD) están preestablecidos por Internic (.com, .net, .net, .edu, .es, .it, etc) y los de nivel 2 se deben registrar.

Nota Práctica:

El servidor de DNS secundario, actuará en caso de que el primario falle, aportando robustez y tolerancia a fallos al sistema. Por lo que es muy recomendable que Primario y Secundario se encuentren en ubicaciones distintas.

Habitualmente los operadores cobran una cuota mensual si se les requiere que actúen ellos como servidor primario y en cambio ofrecen el servidor secundario o de respaldo gratuitamente.

6.5.2 Gestión de Dominios Propios para el Cliente

El Operador o ISP suele ofrecer también un servicio de gestión de dominios de segundo nivel. Para ello, se realizarán las gestiones oportunas con los registros competentes en cada caso. A saber:

- InterNIC (gestionado por Network Solutions Inc): para los dominios con terminación (TLD⁴⁷): .com, .net, .org, .edu
- ES-NIC (Red Iris): para los dominios con terminación (TLD): .es
- Afiliadas: Para los .info
- Para los .biz

Entre las tareas de gestión de dominios se pueden realizar:

- Alta y Registro de dominios: Alta del dominio en la base de datos del registro (es-nic internic, afiliadas, etc..).
- Traspaso de dominios: Para cuando deba cambiarse la delegación que efectúa el cliente de su dominio, de un operador a otro.
- Baja de dominios: (poco habitual, a menos que cierre la empresa). Suele dejarse, sin pagar.

Los estados en los que puede estar un determinado nombre de dominio son:

- **Reservado**: Se reserva un dominio sin asignarlo a una dirección IP determinada. Sirve para el caso en que se quiere preservar un nombre de una empresa o servicio de nueva creación mientras no se tiene ninguna página web para asignarlo, o ninguna dirección de correo electrónico a la que asociarlo.
- **Delegado**: Cuando el dominio ya está asignado a una dirección IP.

6.5.3 Acceso a Grupos de Noticias:**EL SERVICIO DE NEWS FEED:**

Cada vez en más desuso, pero es interesante conocerlo por la potencia de distribución de información clasificada, que supone este servicio.

Consiste en la conexión de un servidor de Noticias (*News*) del cliente al *backbone* de las *Usenet News*. Mediante esta conexión, se envía un flujo controlado de grupos de noticias y se reciben e insertan las procedentes del cliente dentro del *backbone* mundial de *News*.

⁴⁷ TLD: Top Level Domain: Dominios de primer nivel, de los que dependen los dominios de segundo nivel (que son los registrables).

Existen dos opciones de configuración:

- Full feed: Se recibirán todos los grupos de noticias mundiales.
- Partial feed: donde el cliente limita los grupos de noticias a recibir.
- Se debe tener en cuenta que la opción de configuración en modo **Full Feed** puede suponer una carga de tráfico muy elevada en su conexión a Internet. Actualmente existen más de 10.000 grupos de noticias y un *Full Feed* de todas ellas pueden suponer la necesidad de un caudal de tráfico medio superior a los 2 Mbps.

NEWS READ:

El servicio de *News Read* es un servicio de acceso a un servidor de noticias para el usuario final. Accesible tanto para los clientes que utilicen direccionamiento público propio (PI), como direccionamiento del Operador (PA) o direccionamiento privado. Aun así el operador deberá habilitar el servicio para que el cliente pueda recibir las news. Algunos centros universitarios, dejan algunas veces abierta la posibilidad de conectarse a sus grupos de noticias, por lo que en ese caso el cliente independientemente que el operador le habilite o no, puede ir a recogerlas gratuitamente.

7 Análisis Tecnológico

7.1 Puntos fuertes y beneficios del acceso vía radio

- A lo largo del capítulo hemos visto como el sistema LMDS constituye una alternativa para un rápido despliegue y con menores inversiones, frente a accesos como cable coaxial, par de cobre o fibra óptica.
- Es pues, la opción más sólida después del tradicional par de cobre para el bucle local, o sea para cubrir “la última milla” de forma rápida.
- Es una tecnología fiable, flexible y dinámica, las inversiones en equipos son proporcionales al número de clientes obtenidos, existiendo la posibilidad de reutilizarlos en caso de bajas o de llegar con fibra hasta la ubicación del cliente.
- Posibilita (siempre que exista capacidad suficiente en el sector) aumentar el número de servicios a petición del cliente sin necesidad de instalar nuevos equipos en la parte de acceso.

7.2 Barreras de despliegue y Limitaciones

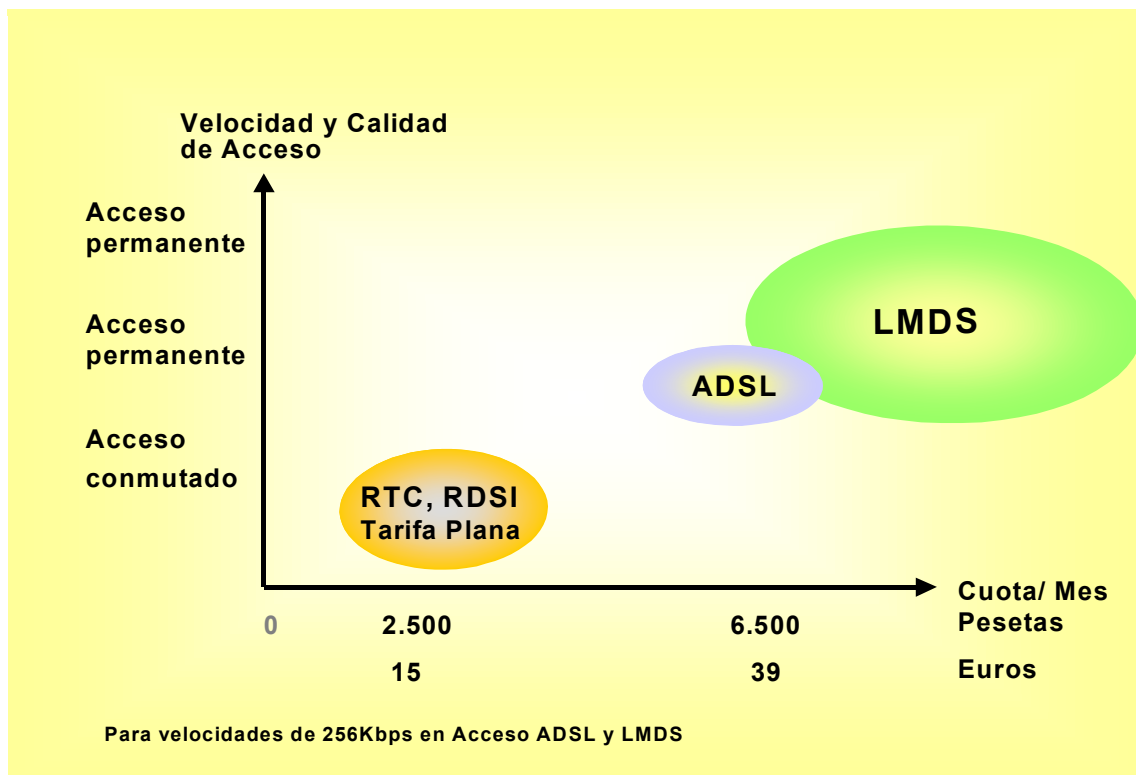
- Debido a que LMDS es una tecnología que se basa en el uso del espectro radioeléctrico, el número de licencias es limitado, con lo que se restringe el número de operadores que pueden utilizar esta tecnología y

consecuentemente la competencia en el mercado LMDS es menor respecto otras tecnologías de acceso como ADSL.

- Por otro lado, su despliegue va ligado a zonas de cobertura donde es necesario la visibilidad óptica directa entre la estación base de acceso radio y el terminal de cliente. Esta condición, aunque no es importante en zonas densamente pobladas, si que puede limitar el despliegue en áreas con vegetación que obstruya la visibilidad directa.
- Otro factor no menos importante y que constituye la principal barrera desde el punto de vista de usuario es el impacto visual de las antenas, asociada a la actual polémica sobre los supuestos efectos nocivos de las antenas de radio. Un problema que tiene sus orígenes en la telefonía móvil pero que influye directamente en la percepción del usuario respecto al acceso mediante cualquier tipo de radioenlace. De aquí, la dificultad con la que se encuentran los operadores en la obtención de los permisos necesarios por parte de las comunidades de propietarios en el momento de instalar los equipos.

8 Comparativa Frente a otras tecnologías de acceso a Internet

La gran ventaja que presenta LMDS como tipología de acceso, es su facilidad relativa para su despliegue. Comparado con tecnologías como el cable o la fibra hasta el edificio, el hecho de instalar antenas es siempre mucho más rápido y menos costoso. Por lo que en muchos casos, se convierte en una buena alternativa complementaria a la fibra. Para dar acceso a ciertas zonas densamente pobladas, hasta que la fibra no se haya desplegado. Una vez ésta llega ya a los edificios, se retira la antena y se utiliza en otra ubicación.



Posicionamiento en precio y velocidad del acceso LMDS frente ADSL y accesos conmutados

En sus modalidades más bajas de caudal, podemos compararlo con el ADSL, obteniendo unos niveles de rendimiento muy superiores a un precio similar o mayor según promociones.

En cuanto al posicionamiento en precio y calidad de LMDS frente a ADSL y los accesos conmutados, observamos como accesos vía RTC o RDSI aunque implican un coste menor, ofrecen una escasa calidad por no ser conexiones permanentes y prestar un reducido ancho de banda.

8.1 ¿VÍA RADIO o VÍA CABLE? ¿SON LMDS y EI CABLE COMPETIDORES?

Tenemos que ver los accesos LMDS como un sistema complementario de todas aquellas opciones que requieren cavar zanjas en las ciudades (sea cable o fibra hasta el hogar).

Un factor determinante es como antes se ha observado, la facilidad con que se instalan las antenas, frente a las dificultades e incomodidades que provoca la extensión de las canalizaciones de la fibra.

Sin duda, también debe tenerse en cuenta que el **coste** de despliegue. Canalizar con fibra una cierta zona o cubrirla mediante radio, puede llegar a ser tres veces más caro.

Aunque si estrictamente miramos las prestaciones, saldría ganadora la fibra, queda mucho por extender y en algunos casos los retornos de inversión, se demuestra que son a tan largo plazo, que pocas empresas se atreven. Por lo que en algunas zonas poco pobladas o en pequeños pueblos el LMDS puede utilizarse como tecnología sustitutiva mientras las economías de escala llegan al cable.



Así pues lo que antes parecía un serio competidor, ahora parece ser un apoyo para cubrir ciertas zonas imposibles de fibrear (por coste o por su difícil acceso).

En el apartado de costes, es interesante observar que en LMDS la inversión es proporcional al número de usuarios. Puesto que una vez instaladas las estaciones base, el despliegue de estaciones terminales de usuario, podrá ser proporcional al número de clientes que vayamos dando de alta en nuestra red. No así en el cable, en donde los mayores costes están en su tendido, tengamos o no clientes, con lo que requiere de altos índices de penetración (clientes/hogares pasados). Aunque en los planes de negocio del cable se preveían del 20%, en la realidad son mucho menores, frenando el despliegue del cable.

8.2 LMDS versus ADSL UNA ELECCIÓN TRIVIAL

Si realizamos la comparativa únicamente desde el punto de vista de prestaciones técnicas, la elección es muy clara: LMDS. Puesto que nos permite unos caudales de información simétricos (mismo ancho de banda de subida que

de bajada hacia la Red) y suele tener unos niveles menores de sobresuscripción⁴⁸.

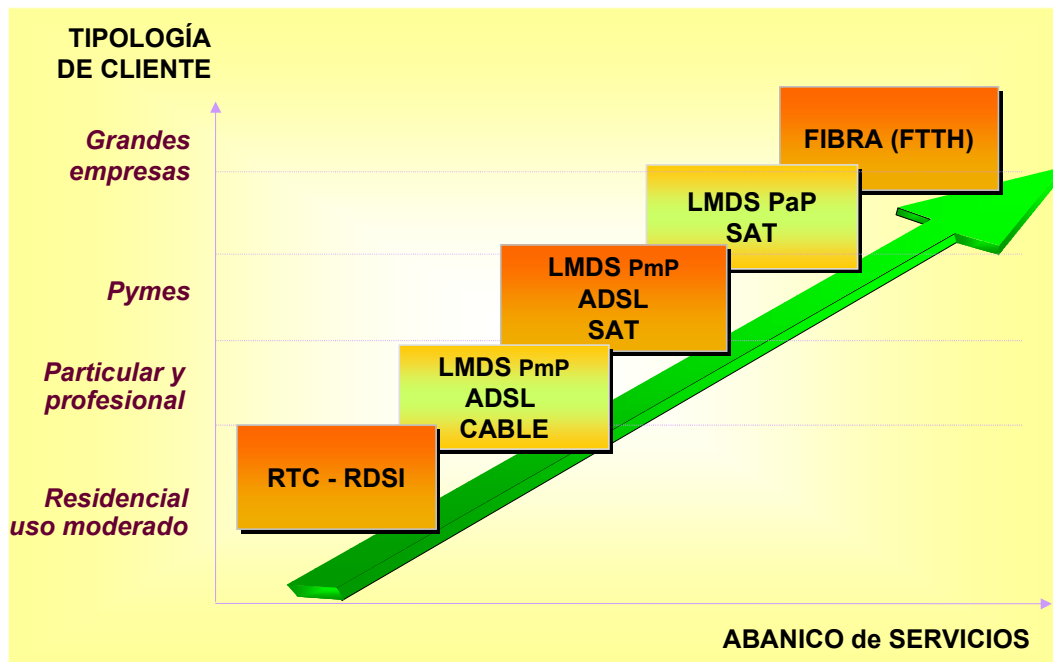
Por su lado aunque la velocidad nominal de un ADSL, comercialmente se establece como 256 Kbps, la realidad es que únicamente se asegura un 10% (25'6Kbps) en caso de congestión de la red. Además el hecho de que sea tan asimétrico, castiga mucho aplicaciones como la videoconferencia.

Al ser una tecnología totalmente Digital, el LMDS permite una alta calidad frente a las antiguas líneas de cobre sobre las que funciona el ADSL, (en algunos puntos, mal conectadas, oxidadas y con una atenuación importante).

En los servicios basados en LMDS y con velocidades equiparables al ADSL (hasta 2 Mbps) los precios varían en función del operador que preste el servicio, pero en general suelen ser más elevados en el acceso vía radio (para velocidades bajas, puesto que la instalación a realizar es la misma). Hay una excepción y es el llamado Servicio de *Internet de Banda Ancha*, del operador Retevisión que ofrece un acceso a 256Kbps a un menor precio que el ADSL a 256Kbps.

Analizando los equipos de usuario, en el caso del LMDS el operador ya dispone sus equipos de red en la zona común del edificio, de tal manera que únicamente con un cableado estructurado, será suficiente. Dejándonos un conector RJ-45 al que conectaremos nuestro PC o nuestra red de ordenadores.

Por la parte de ADSL, el precio de venta de los módems se situaba al principio sobre las 70.000 pesetas, bajando después a las 30.000 ptas, y actualmente las promociones generalizadas lo suelen regalar. Puesto que se está en una fase de captación de mercado. Mayormente la elección vendrá dada por la cobertura.



Cada tecnología tiene una tipología de cliente determinado.

⁴⁸ Valor directamente relacionado al número de veces que se vende una determinada capacidad. Aprovechando que no todos los clientes se conectarán a la vez (concurencia), el operador dimensiona los accesos de forma que la suma de todos los caudales de cliente, es siempre mayor al valor del caudal disponible.

9 Bibliografía Consultada

Podemos encontrar información sobre LMDS en

<http://www.idg.es>
<http://www.broadband-wireless.org>
<http://www.broadbandforum.com>
<http://www.iec.org/online/tutorials>
<http://www.wcai.com/lmds.htm>
<http://www.iies.es>

Información sobre operadores de Acceso Radio:

FirstMark y Neo <http://www.firstmark.es>
Sky point <http://www.skypoint.es>
Retevisión <http://www.retevision.es>
Uni2 <http://www.uni2.es>
Jazztel <http://www.jazztel.com>
Abrared
Iberbanda

Fabricantes y Proveedores de equipos

Marconi <http://www.marconi.com>
Siae <http://www.b-com.dk/siae.htm>
Siemens <http://www.siemens.com>
Lucent <http://www.lucent.com>
Ericsson <http://www.ericsson.com>
Nortel <http://www.nortelnetworks.com>
Alcatel <http://www.alcatel.es>