

Estudio de Caso

Escenarios de Aplicación para Repetidores WiMAX

Rev. A1, 23 Julio 2010

1. SOBRE ESTE DOCUMENTO

1.1. Objetivo

En esta guía se va a describir brevemente las ventajas que aporta a los Operadores el uso de un equipo Repetidor WiMAX para ofrecer Acceso inalámbrico en entornos rurales, en escenarios en donde existen usuarios que se encuentran en una “zona de sombra” respecto a la cobertura ofrecida por una Estación Base principal.

Se comenzará describiendo el equipo repetidor RPT-550 de Albentia Systems para entender mejor sus características y las ventajas que aporta. A continuación, se presenta un escenario clásico en el que es necesario una solución que permita ofrecer cobertura a clientes que se encuentran obstruidos por algún obstáculo y que por tanto no tienen LOS con la Estación Base principal. Finalmente, se presentarán las distintas alternativas que tiene el Operador para salvar esta situación, entre las cuales se encuentra la instalación de un equipo Repetidor. Se realizará una comparativa entre todas las posibilidades, citando los pros y los contras de cada una, y analizando la lista de materiales necesaria en cada caso.

2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

El repetidor interoperable WiMAX en banda libre de Alentia Systems, es un equipo de red capaz de amplificar y retransmitir las señales WiMAX comprendidas en la banda de 5GHz. El repetidor no tiene control sobre las señales que está retransmitiendo: se limita simplemente a amplificar y a convertir en frecuencia las señales que le entran por los puertos; por este motivo el equipo es del tipo AF (*Amplify and Forward*). La Figura 1 representa un esquema interno sencillo del equipo:

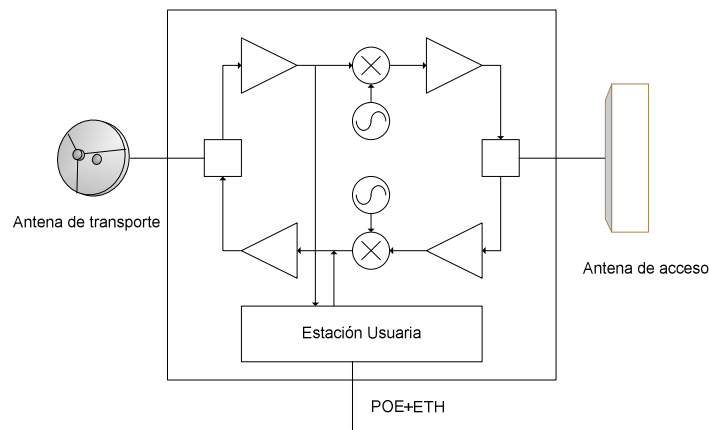


Figura 1 - Diagrama de bloques del equipo RPT500

De esta forma este equipo de red permite ampliar las zonas de coberturas, mientras mantiene optimizados otros aspectos fundamentales de los despliegues de redes inalámbricas como los costes de instalación, la latencia, la gestión en banda y la separación entre red de transporte y de acceso.

Es importante resaltar que el equipo repetidor en cuestión también podrá funcionar como una estación de usuario normal dentro de la red de Acceso, lo que permite que éste pueda proveer conectividad de acceso a otros equipos. La gestión y configuración del equipo también se puede realizar accediendo a través de la red WiMAX

► Características de uso

- Primer repetidor del mercado para banda libre TDD
- Repetidores no regenerativos con cambio de frecuencia
- Unidad suscriptor WiMAX integrada para gestión en banda
- Funcionamiento totalmente transparente

► Ventajas

- Extensión de cobertura (cambio de espectro por potencia)
- No requiere nuevo *Backhaul*
- Permite compartir una misma BS para varias poblaciones
- Permiten cobertura NLOS a gran distancia de la BS
- Proporcionan diversidad en frecuencia

3. EJEMPLO DE ESCENARIO REAL

La Figura 2 muestra un escenario habitual al que un Operador se puede enfrentar:

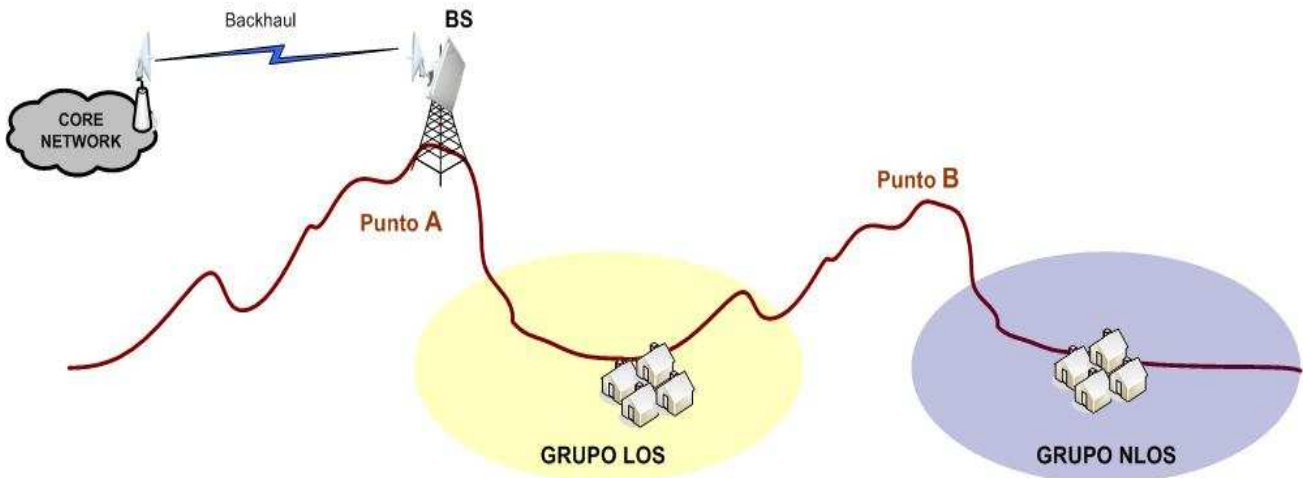


Figura 2 - Escenario de ejemplo

- Existe un punto dominante llamado "**Punto A**" desde el cual se quiere dar acceso de Banda Ancha a clientes finales mediante tecnología WiMAX. Para ello, se ubicará en este punto una Estación Base de Acceso (**BS**).
- Para llevar la conectividad al "Punto A" se utilizará un radioenlace de transporte en banda licenciada, actuando de **Backhaul**.
- En las viviendas de los clientes finales se instalarán terminales de usuario WiMAX (**CPE**), que deberán apuntar a una Estación Base.
- Existen dos grupos diferenciados de clientes; en el "**Grupo LOS**" se engloban aquellos clientes que tienen Línea de Vista directa con la BS, y que por tanto se puede conectar directamente a ella. Existe así mismo un "**Grupo NLOS**" de clientes que, debido a la orografía del terreno, no tienen línea de vista con la BS. La problemática del operador consiste en cómo dar cobertura a los clientes de este último grupo.
- Se ha localizado un punto, que denominaremos "**Punto B**", desde el cual existe visión directa tanto con la BS del "Punto A" como con los usuarios del "Grupo NLOS". El Operador quiere utilizar este punto para poder dar cobertura a los clientes del Grupo NLOS.

A continuación, se mostrarán las distintas alternativas que tiene el Operador para dar servicio a todos los clientes de esta comarca ("Grupo LOS" y "Grupo NLOS"), mostrando las ventajas e inconvenientes de cada una, así como el equipamiento necesario en cada caso.

4. POSIBLES SOLUCIONES

Para resolver la problemática presentada en el párrafo anterior y utilizando como ubicación de apoyo el “**Punto B**”, el Operador se puede plantear varias soluciones. A continuación se describirá lo que implica cada una de ellas.

4.1. Enlace de transporte en banda licenciada

Esta solución consiste en instalar un radioenlace de banda licenciada entre “**Punto A**” y “**Punto B**” para llevar conectividad a este último, así como una Estación Base adicional para dar cobertura a los usuarios en la “zona de sombra”. La Figura 3 muestra el esquema de la solución planteada.

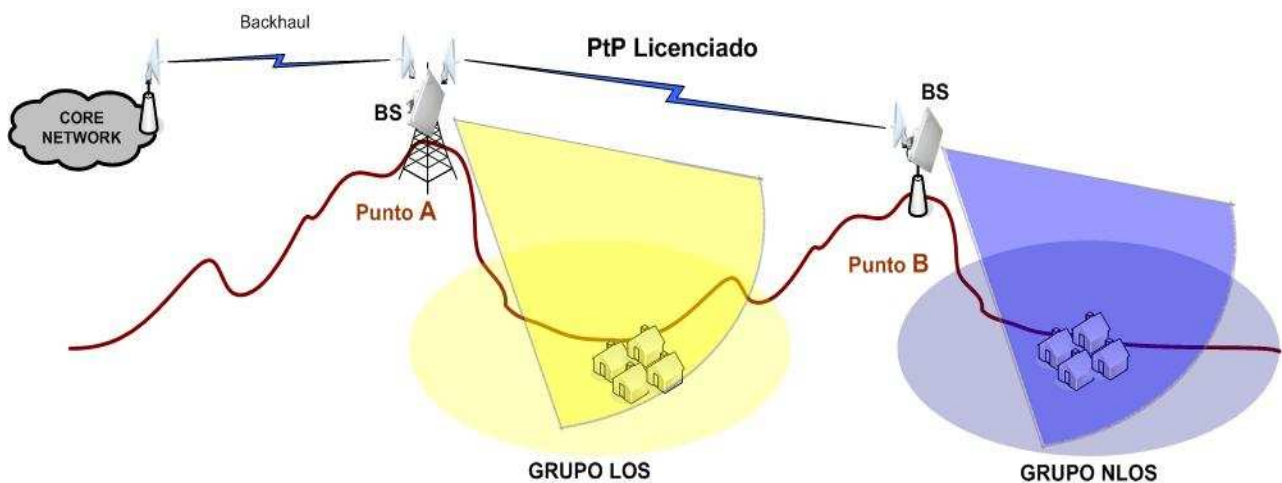


Figura 3 - Propuesta (A): PtP en banda licenciada

4.1.1. Lista de materiales

2 x Estaciones Base
2 x Antenas sectoriales
2 x Equipos de radioenlace en banda licenciada
2 x Antenas parabólicas
Costes de instalación de 4 equipos (cables, PoEs, supresores,...)

4.1.2. Ventajas

- Esta solución consigue llevar cobertura a los CPEs del “**Grupo NLOS**”.
- El usar banda licenciada en el transporte hace que se reduzca la interferencia que se pueda provocar a los equipos de Acceso (en banda libre). Con esta arquitectura se usan sólo 2 frecuencias de banda libre.
- Permite transportar alta capacidad al “**Punto B**”.
- Estos enlaces usan *Duplexión por División en Frecuencia* (FDD), con lo que pueden ofrecer latencias muy bajas de forma que no se incremente en exceso la latencia RTT entre BS Principal y CPE del “**Grupo NLOS**”.

4.1.3. Inconvenientes

- Los enlaces en banda licenciada son costosos.

- Hacen falta 4 equipos, con lo que aumenta el número de equipamiento necesario (equipos + antenas + elementos de instalación,...)
- El hecho de que haya dos Estaciones Base, implica que cada una gestionará a sus usuarios. Por ejemplo, con un número de usuarios alto en ambas zonas (LOS y NLOS), habrá que adquirir el doble de licencias de número de usuarios y de capacidad, porque habría que instalarlas en ambas estaciones. También habría que gestionar desde dos estaciones distintas cuestiones como el *networking*, el *provisioning*, etc...

4.2. Enlace de transporte en banda libre

Esta solución consiste en instalar un radioenlace de banda libre entre “**Punto A**” y “**Punto B**” para llevar conectividad a este último, así como una Estación Base adicional para dar cobertura a los usuarios en la “zona de sombra”. Es una arquitectura muy similar a la de la solución anterior, pero reduciendo algo los costes al usar equipos en banda libre. La Figura 4 muestra el esquema de la solución planteada.

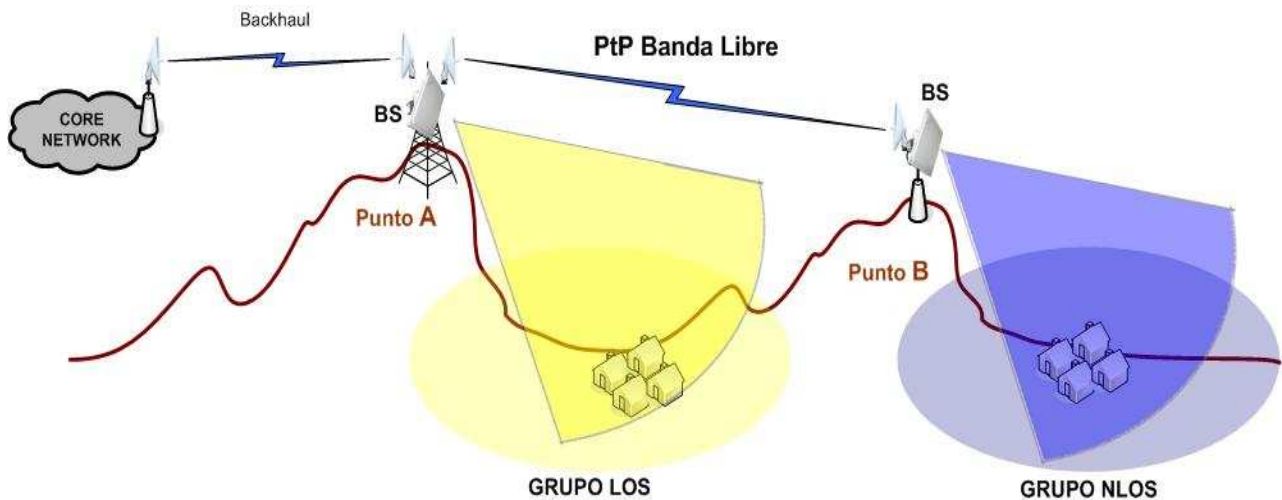


Figura 4 - Propuesta (B): PtP en banda libre

4.2.1. Lista de materiales

2 x Estaciones Base
2 x Antenas sectoriales
2 x Equipos de radioenlace en banda libre
2 x Antenas parabólicas
1 x Unidad IDU de sincronismo
Costes de instalación de 4 equipos (cables, PoEs, supresores...)

4.2.2. Ventajas

- Esta solución consigue llevar cobertura a los CPEs del “**Grupo NLOS**”.
- Es una solución algo más económica que la anterior al usar banda libre.

4.2.3. Inconvenientes

- Hacen falta 4 equipos, con lo que aumenta el número de equipamiento necesario (equipos + antenas + elementos de instalación,...)
- Se trata de un sistema con *Duplexión por División en el Tiempo* (TDD) y que sigue una estructura entramada. Al incorporar nuevo salto, aumenta la latencia de los usuarios del “**Grupo NLOS**”.
- El radioenlace trabajará en la misma banda que las dos Estaciones Base, con lo que hace falta más hueco libre en el espectro. En total se están utilizando 3 frecuencias en banda libre (dos de acceso y una de transporte).

- Tanto en “**Punto A**” como en “**Punto B**” existirán dos equipos en banda libre, TDD, y que transmiten de forma entramada, con lo que se pueden interferir entre sí si transmiten y reciben de forma des-sincronizada. Si cuando uno de los dos está recibiendo el otro está en la fase de transmisión, este último distorsionará al primero, aunque usen distintas frecuencias de trabajo. Es por eso que resultaría recomendable una unidad IDU de sincronismo en el Punto A, con los costes que ello supone.
- El hecho de que haya dos Estaciones Base, implica que cada una gestionará a sus usuarios. Por ejemplo, con un número de usuarios alto en ambas zonas (LOS y NLOS), habrá que adquirir el doble de licencias de número de usuarios y de capacidad, porque habría que instalarlas en ambas estaciones. También habría que gestionar desde dos estaciones distintas cuestiones como el *networking*, el *provisioning*, etc...

4.3. Conjunto CPE + BS (Relay Station)

Esta solución consiste en una emulación de equipo retransmisor basado en la interconexión de una estación de usuario y una Estación Base instaladas en el “Punto B”. Se puede denominar a este conjunto como una “Relay Station”, y se muestra un esquema en la Figura 5:

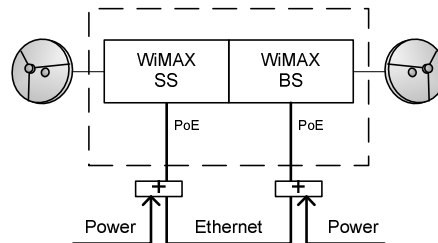


Figura 5: Esquema equipo retransmisor “Relay Station”

La estación usuaria se conectará a la BS del “Punto A”, y la BS del “Punto B” dará cobertura a los usuarios en la “zona de sombra”. El intercambio de datos entre ambos equipos se llevará a cabo mediante una conexión Ethernet externa. Se muestra un esquema en la Figura 6.

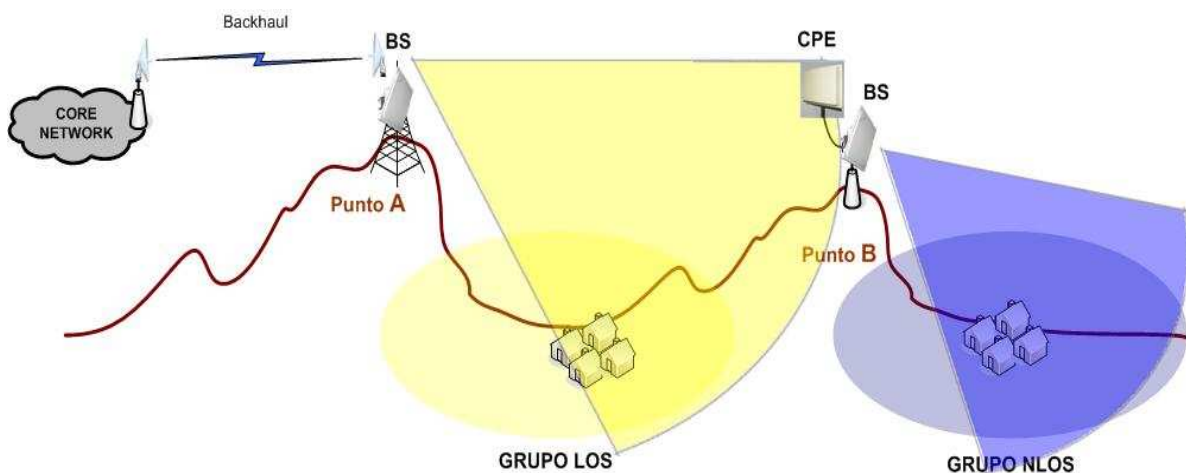


Figura 6 - Propuesta (C): “Relay Station” (BS + CPE)

4.3.1. Lista de materiales

- | |
|--|
| 2 x Estaciones Base |
| 2 x Antenas sectoriales |
| 1 x CPE de gama alta con todas las licencias |
| 1 x antena parabólica |
| Costes de instalación de 3 equipos (cables, PoEs, supresores...) |

4.3.2. Ventajas

- Esta solución consigue llevar cobertura a los CPEs del “Grupo NLOS”.
- Es una opción económica comparada con las dos anteriores.
- No es necesario instalar ningún equipo adicional en “Punto A”.
- Se usan dos frecuencias del espectro de banda libre (f1 y f2)

4.3.3. Inconvenientes

- Para esta solución no vale cualquier CPE. Tiene que ser un CPE que pueda manejar una **alta capacidad** (toda la que demanden todos los usuarios del Grupo NLOS) y además, deberá poder conectarse con buenas modulaciones a la BS. Esto significa que deberá ser un CPE de la más alta gama y sin antena integrada, sino con parábola externa.
- Por muy de alta gama que sea, un CPE es un terminal que se ha fabricado para instalarse en entornos de usuario: en una casa/edificio, sin otros equipos radiantes próximos, con una alimentación y toma de tierra estable,... Al instalar un equipo de este tipo en una torre de telecomunicaciones y rodeado de equipos radiantes, se puede degradar mucho su comportamiento, y es más sensible a averías o mal funcionamiento (incrementando los costes de mantenimiento).
- Un CPE es un equipo “de Usuario” con un Hardware mucho más modesto que un equipo “de Operador” (BS, Repetidor, Radioenlace). El número de instrucciones por segundo que puede manejar su procesador es menor, o la Radio no tiene una sensibilidad tan buena debido a que se presupone que no van a estar en entornos interferidos, etc.... Colocarlo en un escenario de Transporte hacia muchos otros CPEs es utilizarlo fuera del escenario para el que fue diseñado.
- Aumenta bastante la latencia, ya que los usuarios en la zona NLOS deberán sufrir dos saltos de Acceso, que es más alta que la de un salto de Transporte. El incremento en este caso puede rondar los 40 msg.
- No existe una separación clara entre red de Acceso y red de Transporte, ya que el CPE situado en el Punto B es realmente un equipo de Acceso, pero en este caso se está utilizando como equipo de transporte.
- El hecho de que haya dos Estaciones Base, implica que cada una gestionará a sus usuarios de forma independiente. En caso de querer ampliar licencias, habría que hacerlo en ambas BSs, duplicando costes.
- Se complica la gestión de los usuarios ya que el provisionado se realiza en dos Estaciones Base distintas. Cualquier cambio en la provisión de los usuarios del “**Grupo NLOS**” (por ejemplo, aumentar el ancho de banda de un usuario) implica cambios en el provisionado de ambas BS. Pero el problema principal es que no se pueden garantizar capacidades mínimas garantizadas. Los CPEs provisionados en la segunda BS tendrán flujos con unos mínimos garantizados creados en la BS2, pero para que la QoS se cumpla extremo a extremo, estos flujos deberían poder replicarse la BS1 y el CPE-Retransmisor, y esto no es nada trivial. Deberían mapearse los flujos por usuario uno a uno, filtrando por uno a uno cada servicio. Y aún consiguiendo mandar tantos flujos como usuarios de la zona NLOS, aún así no estarían diferenciados los distintos flujos de cada usuario. Por último, este CPE debería poder ser provisionado en la BS 1 con multitud de flujos, cosa que en en la mayor parte de los CPEs no es posible.
- Esta arquitectura dificulta o directamente impide varios tipos de networking (Doble Nat, PPPOE...), reduciendo las posibilidades de despliegue del Operador.

4.4. Repetidor WiMAX

Esta última propuesta consiste en instalar en “Punto B” un repetidor WiMAX. Este equipo tiene dos radios y dos conectores de antena: uno de ellos se apuntará a la BS Principal, y al otro se conectará una antena sectorial que dé cobertura a los usuarios en la zona NLOS. El esquema general se muestra en la Figura 7:

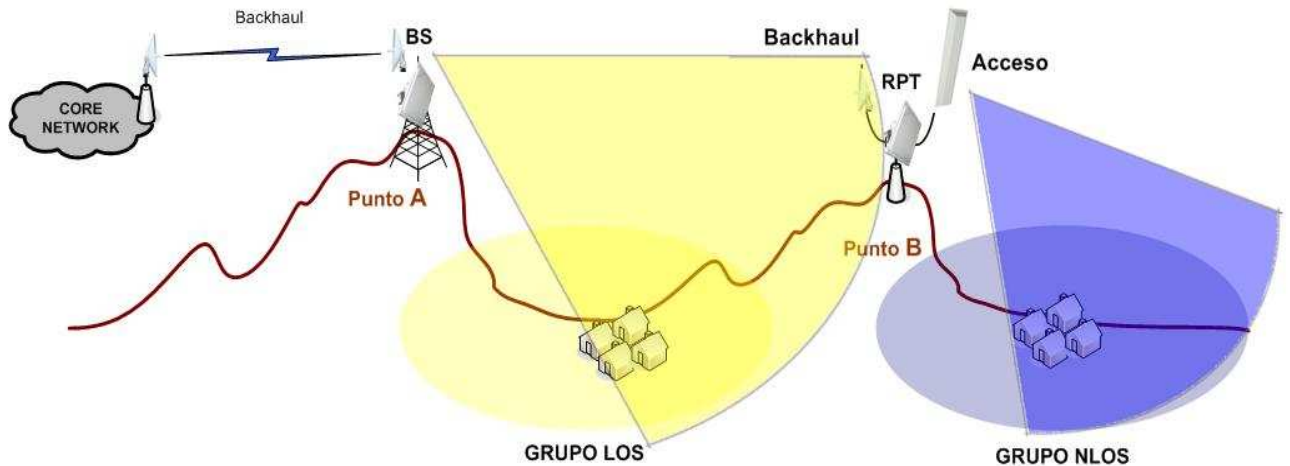


Figura 7 - Propuesta (D): Uso de un Repetidor WiMAX

4.4.1. Lista de materiales

1 x Estación Base
1 x Repetidor
2 x antenas sectoriales
1 x antena parabólica
Costes de instalación de 2 equipos (cables, PoEs, supresores...)

4.4.2. Ventajas

- **Costes de equipamiento:** mínimos. Esta solución es la más eficiente en este punto.
- **Costes y complejidad de instalación:** mínimos, al reducir el número de equipos necesarios. En el Punto B sólo hay que instalar un Repetidor con dos antenas, además de tirar un cable Ethernet y de colocar un alimentador en caseta. Cualquier otra solución implica instalar en “Punto B” 2 equipos, 2 cables, y 2 alimentadores en caseta.
- **Trasparencia:** Todos los clientes, independientemente de que se conecten directamente o a través del Repetidor, serán tratados de la misma forma en la BS. Esto significa que a efectos de gestión, de configuración, de Networking,... todos tendrán las mismas oportunidades, resultando en una red más homogénea
- **Latencia:** Al estar conectados directamente a la BS, las latencias de todos los usuarios, directos o a través de repetidor, son las similares. La latencia que introduce el equipo Repetidor es despreciable ya que la señal recibida por un extremo simplemente se amplifica y se retransmite por el otro extremo.

- **Mayor fiabilidad:** al haber un número menor de componentes involucrados, es menos probable que alguno de ellos falle. Con el equipo Repetidor, la señal radio entra por una antena y sale por la otra, pasando únicamente por el propio equipo. En cualquier otra solución con dos equipos, la señal sale al exterior y vuelve a entrar pasando por muchos elementos intermedios: Antena 1 → Equipo 1 → Cable Ethernet largo → PoE → latiguillo Ethernet → PoE -> Cable Ethernet largo → Equipo 2 → Antena 2
- **Sencillez de gestión:** toda la gestión se centraliza en una única Estación Base.
- **Consumo:** un único equipo en “Punto B” implica menor consumo que el de dos equipos. El consumo se incrementa, pero no se duplica.
- **Sincronismo:** no es necesario sincronizar los equipos en el “Punto B”, ya que sólo existe un equipo.
- **Eficiencia espectral:** Se usan dos frecuencias del espectro de banda libre.
- **Repetición en cadena:** Se pueden conectar equipos Repetidores en cadena para aumentar sucesivamente la cobertura.

4.4.3. Inconvenientes

- Sólo se pueden poner hasta 3 repetidores en cadena.

5. CONCLUSIONES

5.1. Costes

A continuación se resume, a modo de tabla, el equipamiento necesario en cada una de las cuatro Alternativas que se han presentado en el documento.

	(A) PtP Licenciado	(B) PtP Libre	(C) Relay Station (BS+CPE)	(D) Repetidor WiMAX
Estación Base	2	2	2	1
Repetidor	-	-	-	1
Equipo PtP (licenciado)	2	-	-	-
Equipo PtP (libre)	-	2	-	-
CPE de alta gama, antena externa y extensión total de licencias	-	-	1	-
Antena Sectorial	2	2	2	2
Antena parabólica	2	2	1	1
Número total de equipos a instalar (cables, conectores, supresores, mano de obra,...)	4	4	3	2

Se concluye que tanto las opciones (C) y (D) son las más adecuadas desde el punto de vista económico respecto a las que incluyen un radioenlace dedicado.

5.2. Gestión y Funcionalidad

	(A) PtP Licenciado	(B) PtP Libre	(C) Relay Station (BS+CPE)	(D) Repetidor WiMAX
Ampliación de cobertura a usuarios en "zona de sombra"	✓	✓	✓	✓
Ausencia de licencias por frecuencia	X	✓	✓	✓
Garantías de niveles mínimos de QoS	✓	✓	X	✓
Robustez del equipamiento en las ubicaciones propuestas	✓	✓	X	✓
Minimización de puntos de fallo	X	X	X	✓
Gestión y provisión de todos los usuarios desde una única BS	X	X	X	✓

En conclusión, la alternativa óptima tanto en cuestión de costes como en cuestión de operativa y gestión resulta la arquitectura basada en un Repetidor WiMAX.