

3 Objeto del Proyecto

El objeto de este Proyecto es el equipamiento y montaje de la red de telecomunicaciones necesaria para dar servicio de Voz y Datos a la urbanización Elviria del Sol, ubicada en Málaga.

Con la solución aquí presentada se pretende satisfacer de la forma más económica y eficiente las deficiencias de las telecomunicaciones que afectan al emplazamiento de estudio debido a su escasez de infraestructura cableada así como de cobertura suficiente en la zona para dar un servicio de Voz y Datos aceptable.

3.1 Análisis de necesidades

Como hemos dicho, el objetivo de este Proyecto es equipar a la urbanización Elviria del Sol de tal forma que podamos ofrecer un servicio de telefonía y datos al usuario final aceptable. Vamos a ver en este apartado la situación actual de esta urbanización, la situación deseada y un breve resumen de la solución llevada a cabo.

3.1.1 Situación actual

La urbanización Elviria del Sol se encuentra ubicada en las coordenadas:

36º 29'52.28" N	4º 46'54.28" O	Elevación 20m
------------------------	-----------------------	----------------------

Tras comprobar mediante la página web: <http://www.mi-adsl.com/test-adsl.html> , la cobertura de ADSL de la zona, vemos que no existe ningún operador de cable que ofrezca el servicio solicitado por el cliente. Vemos el resultado en la siguiente ilustración:

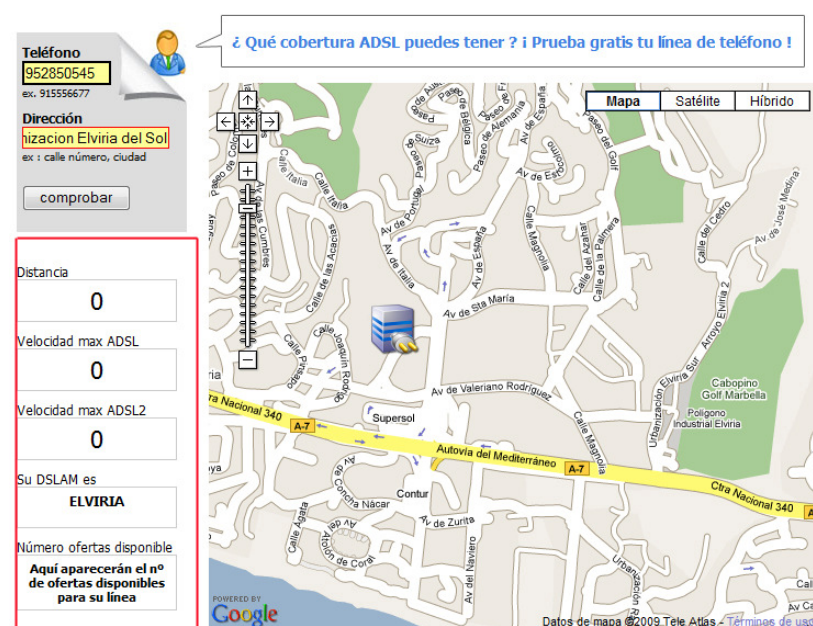


Ilustración 56: Cobertura ADSL de la ubicación

Al carecer de cable para llevar a cabo el abastecimiento de estos servicios, nos vemos obligados a recurrir a tecnologías de radioenlaces ya que cablear nosotros la zona sería sumamente costoso.

Una ventaja de este proyecto, es que la urbanización cuenta con ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones), ayudándonos a la distribución de las señales de telecomunicaciones a los distintos usuarios de la red, rebajando notablemente el coste del Proyecto.

3.1.2 Situación deseada

Como hemos dicho, el cliente solicita tener unos servicios de telecomunicaciones con niveles de exigencia aceptables:

1. DATOS: Conexiones de datos con calidades de servicio iguales o superiores a los del ADSL con anchos de banda medios por cliente de 750 Kbps.
2. VOZ: Una línea de voz por cliente

Se desea tener este servicio al mínimo coste posible, de ahí que se barajen todas las posibles alternativas como pueden ser tirar Fibra óptica, enlace satélite, enlace vía radio.

Más adelante se ofrecerán otros servicios al cliente como pueden ser video vigilancia, domótica, etc, incluso una mejora de prestaciones.

3.1.3 Solución llevada a cabo

La solución mejor en lo que a prestaciones se refiere sería la de la fibra óptica, ya que puede alcanzar regímenes binarios de hasta algunos Giga bits por segundo. El problema de la fibra óptica es el alto coste que supone tanto su obtención como su despliegue. A parte del coste, requiere un esfuerzo extra ya que este tipo de instalaciones necesitan permisos para su implantación debido a la obra que hemos de realizar (cortar calles, levantar suelo urbano e interurbano, etc). Por lo tanto queda descartada de nuestra propuesta. Con el cable nos ocurriría lo mismo que con la fibra, aunque el precio del cable sea mucho menor, tenemos que realizar una obra civil con su elevado coste.

Otra opción posible es la de utilizar enlaces vía satélite. Después de buscar entre varios proveedores de este servicio llegamos a la conclusión de que no es viable tampoco este tipo de comunicación. En algún caso (skyDSL) requiere de una vía de retorno para los datos, es decir, con este sistema podríamos recibir con un ancho de banda considerable, pero no podríamos enviar datos a no ser que fuera por ADSL, RDSI, módem USB, LMDS...etc, con lo cual no es aplicable a nuestro proyecto.

Existen otras empresas que explotan este tipo de servicio como son Satconxion o NeoSKY que si ofrecen servicios bidireccionales, pero su coste es muy elevado, tanto de equipamiento como de mantenimiento.

Estos servicios vía satélite aún así no serían válidos en este Proyecto ya que además de dar ese servicio al cliente final, queremos controlar mediante equipos gestores de carga (como el ComnsMundi) los distintos clientes en función de sus necesidades. La finalidad no es dar servicio a los clientes por separado uno a uno, sino sumar la carga independiente de cada usuario y obtener una carga total que es la que gestionaríamos, es decir, necesitamos un proveedor que nos dé un ancho de banda elevado que satisfaga a todos los usuarios finales a la vez, no un ancho de banda individual por usuario.

La única solución viable es la de desplegar una red inalámbrica utilizando tecnologías de banda ancha como WiMAX (IEEE 802.16-2004) ó WiFi (IEEE 802.11g). El esquema que deseamos implantar es el siguiente:

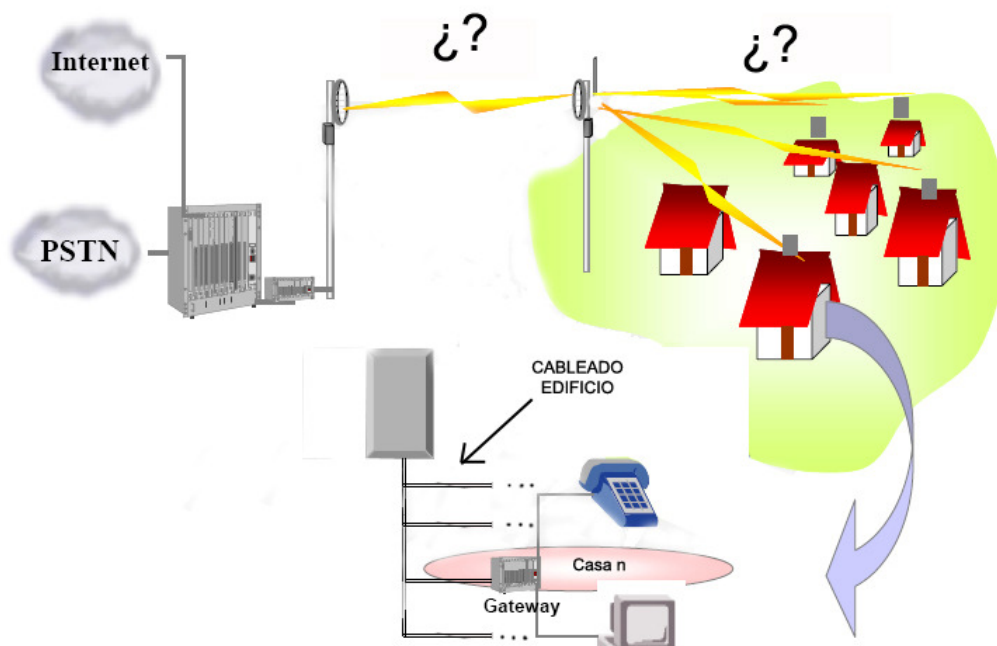


Ilustración 57: Estructura de la red inalámbrica

La solución llevada a cabo consta de 3 partes principalmente:

1. Radioenlace punto a punto entre el operador y la urbanización utilizando para ello tecnología WiMAX.
2. Radioenlace punto a multipunto entre la estación base situada en el interior de la urbanización y las antenas situadas en las azoteas de los distintos edificios utilizando tecnología WiFi 802.11g.
3. Reparto de la señal desde la antena situada en la azotea hasta los distintos usuarios finales utilizando para ello el cableado ya existente de los edificios (ICT).

El porqué de escoger estas tecnologías se explicó en el primer punto de este Proyecto, pero en resumen, se ha escogido WiMAX para el enlace punto a punto por tratarse de una tecnología que ofrece seguridad, elevado ancho de banda y un alcance suficiente como para llegar desde el operador a la urbanización sin necesidad de repetidores. Para el enlace punto a multipunto no se pone WiMAX ya que el

receptor WiMAX es bastante más caro que una antena receptora WiFi, y porque WiFi está especialmente pensado para WLAN. Pensemos que una antena de usuario WiFi puede costarnos 200€ aproximadamente

Todo el estudio de los radioenlaces, caudales, equipos, etc se verá en el siguiente punto más detenidamente.

3.2 Diseño de la red

3.2.1 Topología de red seleccionada

La red diseñada permitirá a todos los usuarios acceder a los servicios de banda ancha, ya sea para uso de internet o para telefonía (VoIP). Toda la red está planteada para funcionar sobre IP, permitiéndonos así una más fácil implantación así como posteriores ampliaciones.

La topología de red escogida es la siguiente:

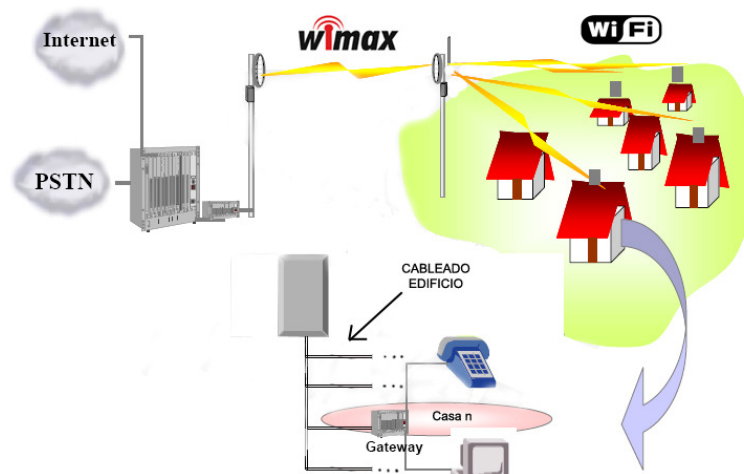


Ilustración 58: Topología de red

Existen dos tramos totalmente diferenciados:

1. Radioenlace entre el operador y la urbanización utilizando para ello tecnología WiMAX en la banda de frecuencia de 5,8 GHz (banda no licenciada). El caudal transmitido dependerá del caudal demandando por el total de usuarios. Los cálculos se harán posteriormente. Tendremos que tener en cuenta las limitaciones de potencia a las que está sometida esta banda de frecuencia.
2. Red de acceso entre el centro de la urbanización y los distintos edificios de que está compuesto utilizando para ello tecnología WiFi siguiendo la norma IEEE 802.11g y trabajando en la banda de frecuencia de 2,4 GHz (no licenciada).

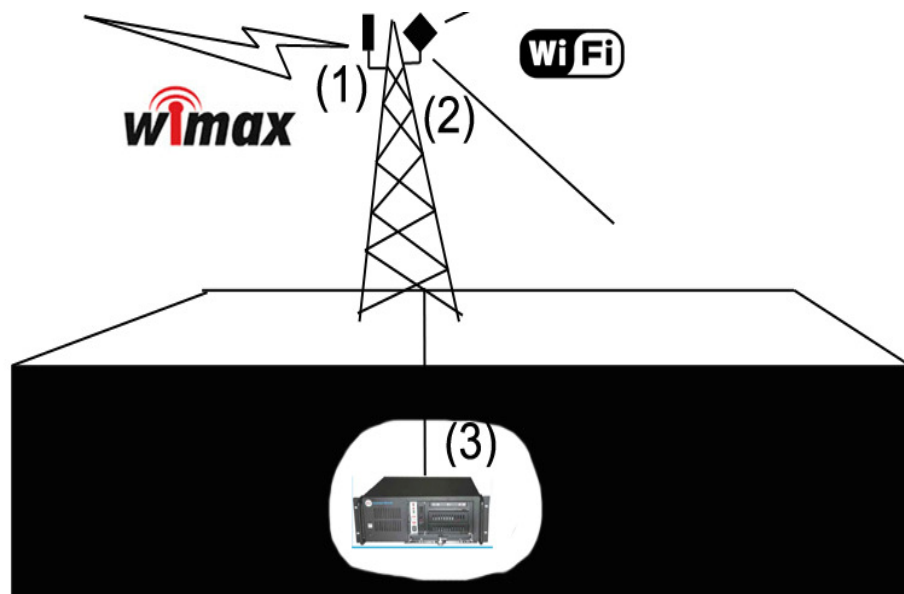
Más adelante se verá como configurar los equipos de tal manera que no haya interferencias que afecten al funcionamiento de nuestra red.

Al tratarse de una red IP, todo podrá configurarse mediante software que se adquiere con la compra de los equipos.

3.2.2 Esquema de conexionado del equipamiento

En este apartado veremos los equipos necesarios y sus conexiones. Para ello distinguiremos entre dos emplazamientos, el emplazamiento de la antena WiMAX + antena WiFi de reparto y los emplazamientos en las azoteas de los edificios donde se repartirá posteriormente la señal por el cableado de cada edificio. El porqué hemos escogido estas antenas que a continuación se presentan, viene de un estudio previo del caudal que necesitamos para abastecer a la urbanización de voz y datos. El caudal, distancia entre transmisor y receptor y el tipo de tecnología son los tres elementos fundamentales a la hora de elegir la antena.

3.2.2.1 Equipamiento Estación Base



La estación base estará ubicada en el centro de la urbanización, en el club social de ésta. Se ha escogido este lugar debido a que se encuentra centrado y así es más sencilla la posterior distribución de la señal. Además de esto, también se ha escogido porque en el club social contamos con alimentación, y zonas de sobra para montar la torre así como la casetilla donde irá ubicado el gestor.

Veamos qué equipos necesitamos:

1) Equipos WiMAX Alvarion

En este Proyecto se usarán equipos de la marca Alvarion [22], que son los líderes mundiales trabajando con tecnología WiMAX y preWiMAX.

Distinguiremos entre los equipos colocados en la ubicación del operador y los equipos colocados en la urbanización

a. Equipos operador modelo BreezeNET B100

Se trata de un modelo que nos proporciona un enlace punto a punto en la banda de frecuencia no licenciada de 5,8 GHz con una capacidad de

hasta 73Mbps tanto en un sentido como en otro. Hemos escogido unos equipos que nos proporcionen más caudal del necesario para poder hacer futuras ampliaciones. Es posible configurar el ancho de banda de los distintos canales en 10, 20 y 40 MHz.

En la siguiente ilustración podemos ver los equipos que instalaremos:



Ilustración 59: BreezeNET B100 de Alvarion

La siguiente ilustración nos muestra los regímenes binarios alcanzados utilizando una canalización de 40MHz en ambos sentidos. Este intercambio de datos se refiere a la capa de nivel 2 del modelo OSI y como vemos, alcanza los 90Mbps por lo tanto el intercambio FTP será menor, de unos 70Mbps [9].

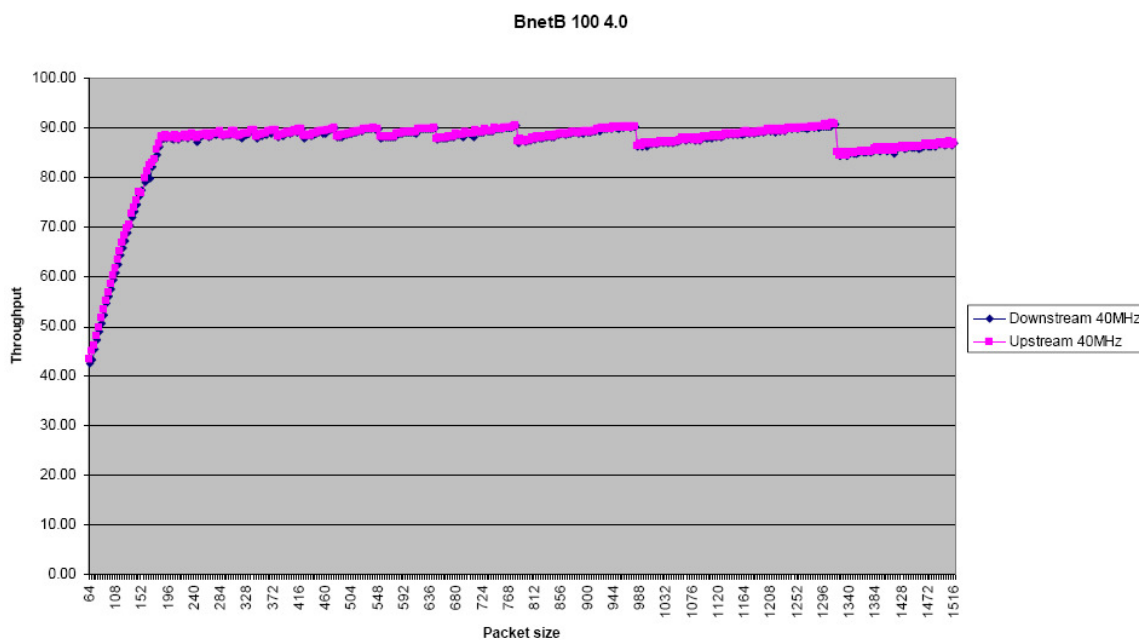


Ilustración 60: Comportamiento del caudal de subida/bajada funcionando con BW=40MHz [9]

Puede transportar hasta cuatro enlaces E1/T1.

En la ubicación del operador tendremos una Unidad Base (BU: *Base Unit*) que estará conectado a un servidor de internet. Esta Unidad Base estará compuesta de dos partes:

- Unidad Interna (IDU)
- Unidad Externa (ODU): combina la unidad radio y el módem.

Bajo esta BU se encuentra otro equipo, el BreezeNET B E1/T1, siendo éste la unidad de transporte que crea un túnel de tráfico inalámbrico entre los dos puntos conectados. Es fácilmente instalable, soporta NLOS (*Non Line Of Sight*) y está provisto de QoS para aplicaciones de voz y video. Permite a su vez recuperar datos perdidos gracias a un mecanismo de corrección de errores hacia delante, evitando que se propaguen estos errores a tramas posteriores.

El esquema que tendremos en el vano entre el operador y la urbanización será el siguiente:

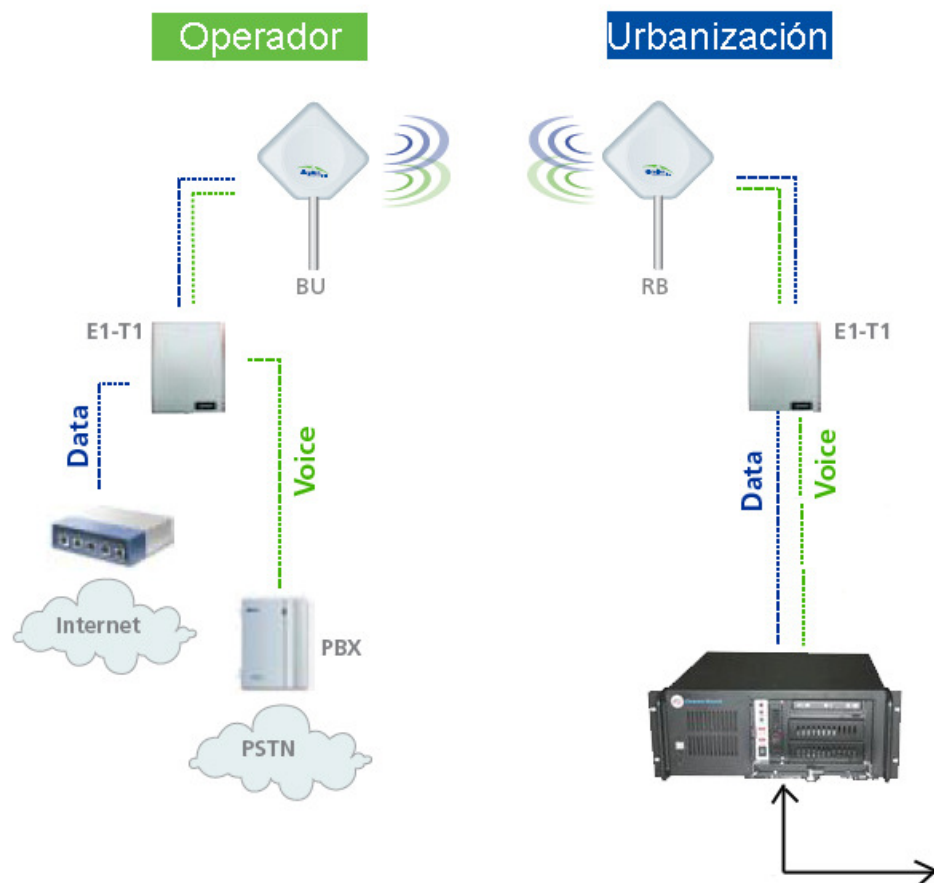


Ilustración 61: Esquema vano operador-urbanización

Como vemos, el equipo E1/T1 irá conectado para los datos a internet, mientras que para la voz, irá conectado a una centralita PBX que a su vez irá conectada a la red telefónica.

Veamos las características más detalladamente.

- Referente a la emisión/recepción

Frecuencia	5,15-5,35GHz, 5,47-5,725GHz, 5,725-5,850GHz								
Tipo de radio	OFDM, TDD								
Ancho de banda del canal	20 MHz (40MHz en modo turbo)								
Resolución frecuencia central	Espacio de 5MHz								
Potencia de salida(en el puerto de la antena)	Hasta 21dBm dependiendo de la regulación								
Modulación	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM								
Sensibilidad (dBm en el puerto de la antena)	Modulación	1	2	3	4	5	6	7	8
	Nivel (20MHz)	-89	-88	-86	-84	-81	-77	-73	-71
Antena	Antena integrada	21dBi, 10,5ºhorizontal x 10,5º vertical, plano Cumple EN 302 085, Clase TS 1,2,3,4,5							

- Comunicación de datos

Cumplimiento de estándares	IEEE 802.3 CSMA/CD
Soporte de VLAN	Basado en 802.1q
Seguridad	a.- Protocolo de asociación-ESSID
	b.- WEP 128, AES 128 (FIPS-197-licenciado en B100)
	c.- Filtrado de nivel IP para direcciones de usuario y protocolos
	d.- Filtrado de dirección de acceso y dirección IP para la gestión

- Configuración y gestión

Opciones de gestión	Vía Telnet
	Utilidad de configuración basada en SNMP
	Carga/descarga de configuración
Acceso remoto a gestión	Desde LAN o enlace inalámbrico
Protección de acceso a gestión	a.- contraseña de niveles múltiples
	b.- configuración de dirección de acceso remoto(Ethernet o acceso inalámbrico)
	c.- configuración de direcciones IP de estaciones autorizadas.
Asignación de parámetros IP	Configurable o automática (DHCP)
Carga/descarga de mejoras Agente SNMP	Carga FTP/TFTP y configuración del software. Cliente SNMP V1, MIB II, MIB Puente, MIB BreezeNET B privada

- Características eléctricas

Consumo de energía	25W	
Alimentación de entrada	AC, 100-240VAC, 50-60Hz	
Cable interior-exterior	CAT5 Blindado, 90m como máximo	
Indicadores	Unidad de interior	LED's de encendido, enlace y Ethernet
	Unidad de exterior	LED's de estado, Enlace-W y Ethernet
		Barra indicadora de SNR de 10 LED (Solo RB)
Conectores	Datos	RJ-45
	Alimentación	Macho 3 pines alimentación CA (sólo unidad interior)

- Características físicas y ambientales

Dimensiones RU y BU	Unidad interior	16 x 9 x 6 cm (0,55Kg)
	Unidad exterior con antena integrada	43,2 x 30,2 x 4,7 cm (2,9Kg)
	Unidad exterior separada (con o sin antena)	30,6 x 12 x 4,7cm (1,85Kg)
Temperatura de operación	Unidad exterior	-40°C hasta 55°C
	Unidad interior	0°C hasta 40°C
Humedad de operación	Unidad exterior	5%-95% no condensante Protección de intemperie
	Unidad interior	5%-95% no condensante

- Estándares y regulaciones

Radio	FCC parte 15, ETSI: EN 301 753, EN 301 893, EN 300440-1/2	
EMC	FCC parte 15 clase BreezeNET B, ETSI EN 301 489-1	
Seguridad	UL 60950-1, EN 60950-1	
Protección contra rayos	EN 61000-4-5 Clase 3 (2Kw)	
Ambiental	Operación	ETS 300 019-2-2 Clase 3.2 E para unidad interior
		ETS 300 019-2-2 Clase 4.1 E para unidad exterior
	Transporte	ETS 300 019-2-2 Clase 2.2 E
	Almacenamiento	ETS 300 019-2-2 Clase 1.2 E

b. **Equipos urbanización modelo BreezeNET B100**

Se utilizarán los mismos equipos, pero configurados de diferente manera ya que queremos un enlace punto a punto simétrico. Tendremos un Puente Remoto (RB: *Remote Bridge*) y un equipo BreezeNET B E1/T1.

En este caso, el equipo E1/T1 va conectado al gestor Comms Mundi.

2) **Antena y estación base modelo BS-5432 de Repeatit.**

Tendremos 4 antenas de este tipo, ya que son antenas de 1 sólo sector, y al estar nuestro mástil en el centro de la urbanización, tenemos que cubrir 360°. Escogeremos esta antena por dos motivos:

- El fabricante con el que tenemos una línea de negocio es Repeatit.
- Una antena omnidireccional nos valdría si las distancias a los edificios fueran menores, pero en estas distancias, las antenas omnidireccionales no nos sirven, necesitamos antenas más directivas, aunque para cubrir los 360° tengamos que poner más cantidad de éstas.

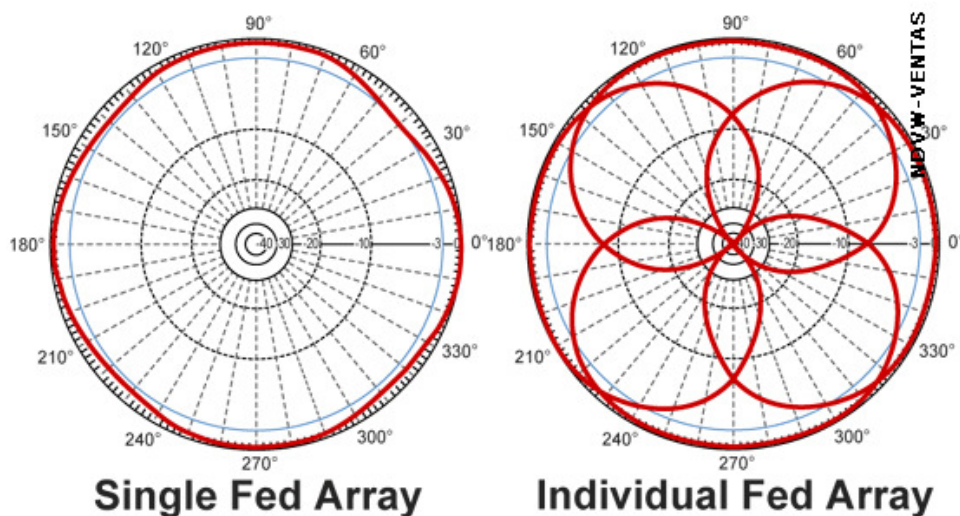


Ilustración 62: Patrón de radiación antenas BS

Se trata de una antena del fabricante Repeatit. Una antena que es totalmente configurable tanto en lo que a tecnología (802.11 a/b/g) como en orientación se refiere. Es una antena de exterior, protegida por una carcasa de lluvia, viento, polvo, etc. Tan sólo necesita un conector Cat5, tanto para recibir y enviar datos, como para alimentarse.



Ilustración 63: CAT5

La antena 5432 está preparada para el software que viene adjunto. Gracias a él su instalación y mantenimiento será sencillo. Tenemos total control sobre la red, así como del flujo de los clientes. Permite a su vez configuración remota.



Ilustración 64: BS-5432 de Repeatit

Veamos una tabla donde se observan las características más importantes:

BS-5432		
Características principales		
Modos de infraestructura	• Estación base	Si
	• Cliente	Si
	• Punto a punto	
Manejo remoto	• RCS	Si
	• Interfaz web	Si
	• SNMP v2c	Si
Conectores		
Conectores RJ45, IP66		1
Conector de antena hembra		2
Radio		
Número de radios		2
Selección dinámica de frecuencia		Si
Control potencia de transmisión		Si
Rangos de frecuencia		2,400-2,4835 GHz (802.11 b/g)
		5,150-5,350//5,470-5,850 GHz (802.11 a/h)
Tasas de transmisión		1-54 Mbps (802.11 b/g)
		6-54 Mbps (802.11 a/h)
Modulaciones		CCK, DSSS, OFDM
Rango de potencia de salida		+16 dBm, +1 dBm
Capacidad		
Volumen de datos		30 Mbps
Volumen de paquetes		6000 paquetes/seg
Tipo de Red		
Ethernet		IEEE 802.3
10/100 en base T		Jack modular RJ45
Half/Full Duplex		auto-sensible
Entorno		
Cubierta externa		IP65
Temperatura de operación		Entre -40°C y 55°C
Humedad		Condensación de 100%
Potencia		
Conexión de potencia		+48V PoE
Consumo de potencia		<15 Watts
Dimensiones físicas		
Medidas (mm)		254 x 180 x 90
Peso		1,6 Kg

Tabla 12: Características Estación Base 5432 de Repeatit

Hemos de adquirir un software de Repeatit, el software de gestión RCS [24]. Es un software de gestión de red como núcleo central del sistema. Permite disponer de una red de acceso gestionada profesionalmente de forma centralizada, con costes de mantenimiento bajos y altos niveles de satisfacción. Existen dos versiones, siendo la profesional la más adecuada a nuestras necesidades.

La versión profesional está pensada para grandes redes y aquellos operadores o propietarios de red que requieren un control completo de la red y de sus clientes.

Calidad

La recopilación continua de estadísticas combinada con la inteligencia de RCS permite diagnosticar problemas de forma proactiva. Dispone de la posibilidad de “traffic shapping” y de priorizar el tráfico para cada cliente. De igual forma permite al propietario de red mantener la calidad en la red para ofrecer servicios de video, voz y datos.

Gestión de clientes

Con el sistema RCS, la administración de usuarios y equipos es rápida y simple.

Escalabilidad

El sistema RS/3 RCS dispone de un potencial sin límites para crecer e integrarse con otros fabricantes si se considera oportuno.

Simplicidad

El sistema RCS dispone de un interfaz gráfico de usuario informativo muy intuitivo. La representación lógica de la red proporciona al usuario la visualización global de la red en un instante con independencia del tamaño o la complejidad de esta.

- 3) **Gestor Comms Mundi:** es un producto software compuesto por varios módulos (voz, datos, seguridad IP, servicios TI) que se combinan entre sí para crear una solución integrada de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), permitiendo cubrir las necesidades actuales y futuras. Estos módulos o packs proporcionan todos los servicios que se necesiten: telefonía, networking, protección contra amenazas, email, servidor web, almacenamiento compartido y backup, monitorización, y mucho más. Podemos gestionar tanto las funciones de VoIP como hacer de Gateway central de gestión de la red y el tráfico, pudiendo optimizar así su utilización.



Ilustración 65: Gestor Comms Mundi

Se trata de un equipo que está provisto de QoS (*Quality of Service*), característica sin la cual no podríamos tener un servicio de VoIP de calidad garantizada.

Veamos con más detenimiento las características del gestor Comms Mundi.

Configuración base:

- Caja industrial metálica de 4U para bastidores de 19 pulgadas.
- 1 x Interfaz Giga Ethernet (10, 100 y 1000 Mbps)
- Tres modelos diferenciados sólo por la plataforma HW interna, con procesadores de 64 bits (dos o cuatro núcleos) y memoria dependientes del modelo.
- Disco duro de 250 GB o superior si así se deseara.
- Lector/grabador de DVD
- Gran facilidad y economía para el escalado de una configuración a otra superior.

La capacidad del equipo dependerá del modelo base, las tarjetas de interfaces seleccionadas, el tipo de terminales de voz, los algoritmos de compresión de voz empleados y el nivel de uso de las funciones de datos (servidor de ficheros, FTP, Web, Correo ...)

Configuraciones redundantes (opcional)

Permiten incrementar la robustez del equipo frente a fallos HW, convirtiéndolo en una solución mucho más fiable que el despliegue de elementos separados. Las posibles opciones son:

- Múltiples discos duros en configuración RAID-1 (mirror)
- Fuente de alimentación redundante con dos módulos extraíbles en caliente y con conexión independiente a alimentación externa.
- Posibilidad de configuración de alta disponibilidad empleando dos equipos idénticos en modo activo/pasivo.

Estandarización y compatibilidad

Comms Mundi sigue fielmente los estándares de telefonía sobre IP, por lo que presenta una elevada tasa de interoperabilidad con terminales de VoIP de múltiples fabricantes. En la parte de datos y servicios, la compatibilidad con redes estándar TCP/IP y Ethernet es absoluta, así como con terminales bajo distintos sistemas operativos (Windows, Linux, MacOS).

Personalización

La flexibilidad de configuración del equipo permite introducir modificaciones sobre su operativa habitual con el fin de encajar con determinadas especificaciones de cliente:

- Preconfiguración de las redes de voz, datos y telefonía móvil de operadores de telecomunicaciones.

- Personalización de la caja externa.
- Implantación de aplicaciones o servicios para los entornos con demandas muy específicas.
- Etc.

A continuación se muestra una ilustración del gestor de Comms Mundi:



Ilustración 66: Ejemplo de uso de Comms Mundi

Como hemos dicho, El sistema Comms Mundi es una plataforma definida como MSBG (*MultiService Business Gateway*). Permite unificar en una sola plataforma diferentes funcionalidades de gestión y servicios sobre redes comunicaciones. Pues bien, existen en el mercado soluciones parecidas, pero tras una comparativa, se ha decidido implantar este sistema:

Otras soluciones Gran Empresa	SOLUCIÓN MSBG COMMS Mundi
Uno o más bastidores con equipos unifuncionales (centralita VoIP, router, firewall, servidor WEB, ...)	Todo integrado en un único equipo
Elevadas prestaciones	Prestaciones medias, ajustadas a necesidades
Precio muy elevado (40.000-100.000 €)	Precio muy reducido (2.000-8.000 €)
Ingeniería en maqueta e implantación: elevados tiempos y presupuesto	Despliegues muy rápidos y económicos
Mantenimiento muy costoso: personal propio dedicado y empresa especializada	Mantenimiento remoto sencillo por único integrador y mínimas necesidades
Suelen participar varios integradores (voz, networking, servicios, seguridad...)	Un único integrador: no hay conflictos en interoperabilidad de equipos
Gestión remota muy compleja o imposible	Gestión remota total y con diagnosis inmediata

Elementos separados con poco o nulo aprovechamiento de sinergias	Funciones potenciadas por la convergencia de tecnologías, nuevos usos
Complejidad en la implantación de nuevas funciones y servicios	Plataforma rápida para la implantación de servicios en la empresa

- 4) **Torreta de 10 metros:** situada encima del Club Social de la urbanización. Tras analizar el radioenlace entre el operador y la urbanización, se llega a la conclusión de que tenemos que colocar las antenas a una altura de 10m. Para ello se ha usado una torreta de la marca Televés, más concretamente el modelo 180.

Al no poder montar una torre de 10 metros exactos, hemos optado por montar una de 11,5 metros:

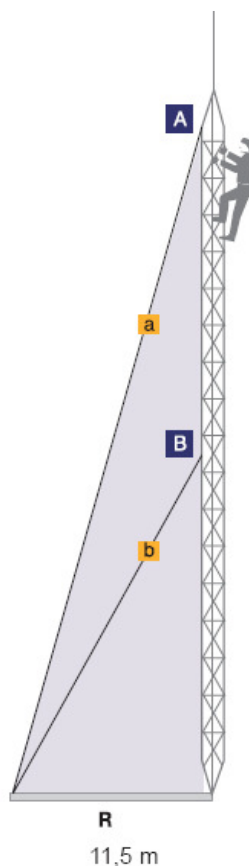


Ilustración 67: Torre de 11,5m modelo 180

Finalmente, al estar colocada la torre sobre el edificio del club social, la antena aproximada de la antena WiMAX será de 15 metros.

La torre lleva unos anclajes para poder soportar las condiciones adversas.

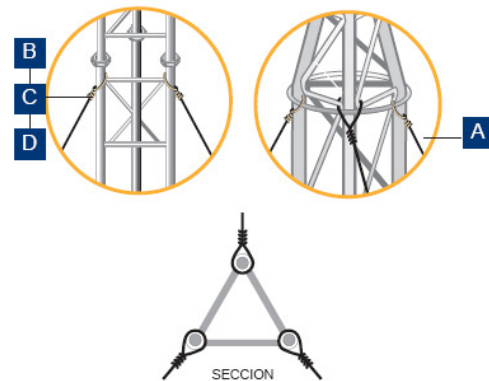


Ilustración 68: Anclajes torre modelo 180

3.2.2.2 Equipamiento edificios

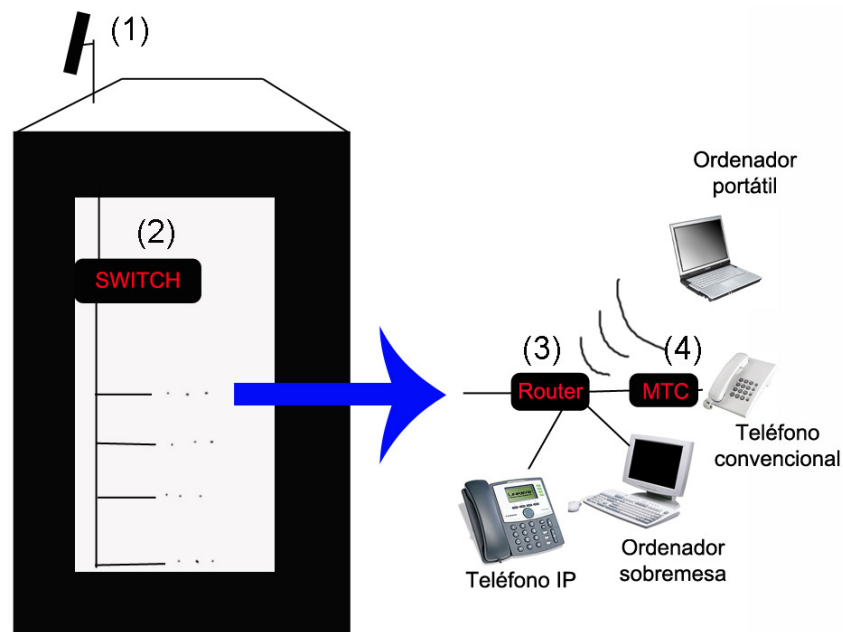


Ilustración 69: Acceso edificios

Esta ilustración representa a uno de los 9 edificios de los que consta la urbanización. En cada uno de ellos tendremos una antena WiFi que funciona con la tecnología 802.11g a 2,4 GHz. Tras la antena, irá conectado un switch que irá a su vez conectado al cableado del edificio para repartir así la señal a las distintas viviendas. En cada vivienda, un router gestionará el flujo de datos en función de los requerimientos del cliente (VoIP, WiFi, teléfono analógico, etc).

Veamos los equipos más detenidamente:

- 1) **Antena modelo SU5411 de Repeatit:** Se trata de una antena que puede funcionar en las normas IEEE 802.11 a/b/g o en una combinación de ellas.

Normalmente este tipo de antenas se usan directamente en el lugar donde se encuentra el usuario final, pero en nuestro caso, partiremos de la antena para repartir la señal a todos los usuarios pertenecientes al edificio colocando un switch tras ella.

Veamos las especificaciones técnicas de esta antena:

Especificaciones técnicas		SU5411
Modos infraestructura	Router/NAT/DHCP	X
	Puente transparente	X
Gestión	RCS	X
	Interfaz Web	X
	SSH/Telnet (por Q2 2008)	X
Interfaz de red	RJ45	X
Sensibilidad (máx)		
14 dbi, 2.4GHz	802.11 b	
	802.11 g	
17 dbi, 5.7GHz	802.11 a	-106 dBm
N-Conectores hembra	802.11 b	-95 dBm
	802.11 g	-92 dBm
	802.11 a	-92 dBm
Estándar		
IEEE 802.11 b 11Mbps 2,4-2,49 GHz		X (N-conectores)
IEEE 802.11 g 54Mbps 2,4-2,49 GHz		X (N-conectores)
IEEE 802.11 a 54Mbps 5,15-5,85 GHz		X
Potencia de salida (máx)		
Internamente		17-37 dBm
A través de los N conectores		0-20 dBm
Seguridad	WPA/WPA2-PSK;64/128/152-BIT WEP; TKIP/AES	
Requerimientos de potencia	Potencia a través de Ethernet (PoE) 48V	
Medio Ambiente	IP66, -20º/+55ºC	
Medidas y peso	Dimensiones: 240x170x60mm	
	Peso: 1,5Kg	

Tabla 13: Especificaciones SU5411

A continuación mostramos el aspecto externo de la antena:



Ilustración 70: Antena SU5411 Repeatit

- 2) **Mástil de 2 metros:** Para la colocación de las antenas SU5411 necesitamos un mástil de 2 metros. Se ha escogido un mástil de la marca Televés, más concretamente el modelo 3009, que se trata de un mástil de 2,5m con un espesor de 2mm y un diámetro de 40mm, suficiente para soportar el peso de nuestra antena.

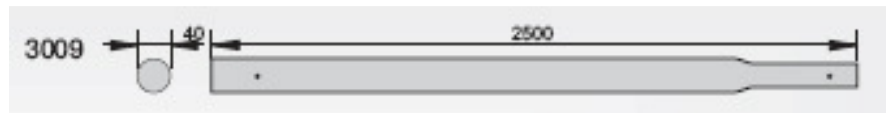


Ilustración 71: Mástil modelo 3009 de Televés

- 3) **Terminal de VoIP:** se han elegido unos terminales de VoIP de la marca ATCOM, más concretamente el modelo AT530. Se trata de un terminal PoE (*Power over Ethernet*). En un principio se ofrece un terminal a cada usuario. Estos terminales disponen de soporte para los principales codecs de audio (G.729, G.723, ulaw,...), así como manos libres integrado. Es posible guardar las últimas llamadas (llamadas realizadas, perdidas, recibidas) y hacer una remarcación rápida. Es posible configurarlo desde interfaz web, telnet o FTP/TFTP.



Ilustración 72: Terminal VoIP marca ATCOM

3.3 Cálculos

En este apartado se va a proceder a explicar todos los cálculos llevados a cabo, desde el caudal necesario para abastecer a la urbanización completa, como el análisis de los radioenlaces, o como las orientaciones de las antenas para tener un óptimo funcionamiento de la red.

3.3.1 Cálculo del caudal necesario

En la urbanización tenemos 9 edificios con 10 viviendas cada uno, hacen un total de 90 hogares a los que tenemos que dar servicio de voz y datos. Teniendo en cuenta que todos los hogares desean un mismo ancho de banda, procedemos a calcular el ancho de banda total que debemos contratar con el operador y así saber qué antenas instalar.

Haremos estos cálculos por separado, por un lado, los referentes a VoIP y por el otro, lo referente a los datos.

- **VoIP:**

Antes de proceder a calcular el caudal necesario vamos a explicar cómo va a funcionar nuestro sistema en lo que a VoIP se refiere. Tenemos dos opciones:

- 1) Ofrecer a cada cliente una línea en exclusiva utilizando para ello un Gateway VoIP tras el cual colocaríamos un teléfono convencional.
- 2) La opción elegida es la siguiente, contratar un solo enlace primario (30 líneas) y, usando el gestor Comms Mundi, gestionar las llamadas. Cada usuario tendrá un número asignado por el gestor, de tal manera que pueda encaminar las llamadas sin problema. Tras un estudio, se ha visto que el porcentaje de llamadas simultáneas es del 20%, es decir, de media, 18 usuarios harán una llamada simultánea hacia fuera o desde fuera de la urbanización. De esta forma somos nosotros quienes explotamos el servicio de telefonía usando el gestor y no el operador, abaratando notablemente el coste al usuario, ya que no ha de pagar una línea en exclusiva a parte de su consumo, sino 30 en común entre los 90 vecinos.

Veámoslo con una ilustración:

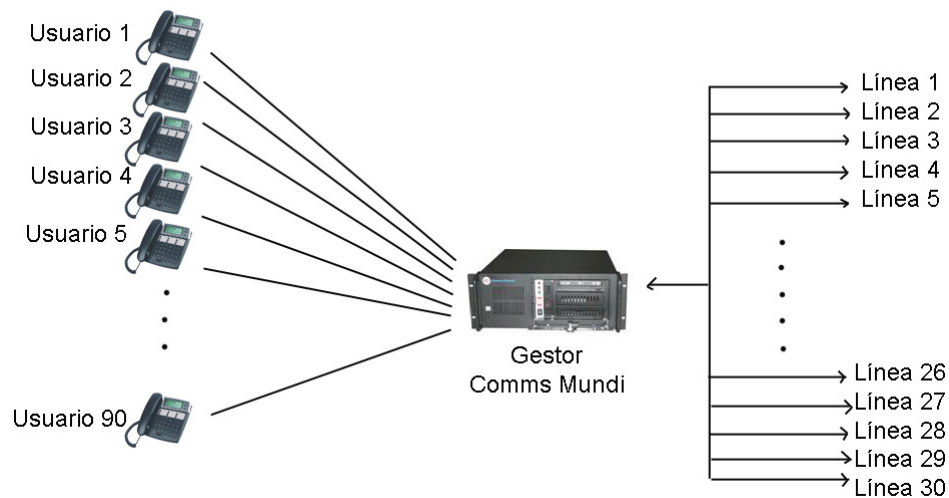


Ilustración 73: Funcionamiento VoIP

Una vez sabemos cómo funciona el tráfico de VoIP en nuestra red, pasamos a calcular el tráfico de voz que circulará por la ésta, ya que, aunque el tráfico sea poco comparado con el de datos, hemos de tenerlo en cuenta, no todas las antenas ni equipos trabajan con los mismos anchos de banda.

Calculamos el caudal necesario usando la herramienta de la página web <http://www.bandcalc.com/es/>, ésta nos da el ancho de banda promedio necesario para tener telefonía IP con una calidad igual a la telefonía convencional.

Parámetros ¹		
☐ Codificador es	G.711 64kbps	con ² 20 ms ó 160 tramas ³ por paquete.
☐ RTP es	RTP (RFC 3550)	
☐ UDP		
☒ IP		
☐ Link	ethernet 802.3	
☐ Supresión de Silencios ⁴	☐ RTCP ⁵	1 canal(es) ⁶

Resultados		
Ancho de banda	Retardo⁹	Performance
Promedio ⁷ : 80 kbps	Trama: 0.125 ms	DSP MIPS ¹⁰ : .52
Máxima ⁸ : 80 kbps	Lookahead: 0 ms	MOS ¹¹ : 4.3 - 4.7
Tasa de paquete¹²	Algorítmico: 20 ms	
Promedio: 50 pps		
Máxima: 50 pps		

Ilustración 74: Caudal VoIP

Como vemos, con 80 Kbps tenemos una calidad de VoIP igual a la de la telefonía convencional. Por lo tanto, teniendo en cuenta que en cada edificio tenemos 10 viviendas, hace un total de 800 Kbps. Tras hacer un estudio del promedio de usuarios que acceden a la telefonía IP a la vez es del 20%, se nos queda un ancho de banda necesario de 160 Kbps.

Es decir, tendremos que sumar al caudal de datos, 160 Kbps.

- **Datos:** El operador nos ofrece una gran variedad de capacidades. Esta capacidad total será la que se reparta en lo que a datos se refiere, ya que la voz irá por líneas dedicadas.

Opciones:

- 1) Capacidad máxima de 14 Mb con 8 MB de caudal garantizado 1:1
- 2) Capacidad máxima de 14 Mb con 10 MB de caudal garantizado 1:1
- 3) Capacidad máxima de 14 Mb con 12 MB de caudal garantizado 1:1
- 4) Capacidad máxima de 30 Mb con 16 MB de caudal garantizado 1:1
- 5) Capacidad máxima de 30 Mb con 20 MB de caudal garantizado 1:1
- 6) Capacidad máxima de 30 Mb con 24 MB de caudal garantizado 1:1.

Además de esto, el operador nos proporciona los siguientes servicios:

- Gestión de sistema autónomo (AS)
- Opción de protocolo de enrutamiento BGP4
- Opción de Firewall gestionado
- Funcionalidades de Backup:
 - Backup de Acceso
 - Balanceo de caudal entre dos accesos

En función del caudal solicitado por los clientes, tendremos que contratar uno u otro servicio.

Suponiendo que el cliente solicita 1 Mbps, y teniendo en cuenta que se garantiza un 20% del caudal, estaremos hablando de 200 Kbps por cliente.

Es decir, podemos asignar 1 Mbps a 5 clientes, ya que con un 80% de probabilidad, éstos no accederán a este caudal simultáneamente, por lo tanto, cuando un cliente no se conecte, su caudal será asignado al resto de clientes conectados.

Finalmente, como tenemos 90 clientes, la cuenta es la siguiente:

$$\text{Caudal necesario por edificio} = 1 \text{ Mbps} \times 2 = 2 \text{ Mbps}$$

$$\text{Caudal necesario TOTAL urbanizacion} = 2 \text{ Mbps} \times 9 = 18 \text{ Mbps}$$

Por lo tanto, contrataremos el caso número 5), ya que nos garantizan 20 Mbps de caudal, con una capacidad máxima de 30 Mbps, es decir, que habrá ocasiones en las que puede haber más de un 20% de los clientes conectados simultáneamente y tener un ancho de banda aceptable. Toda esta gestión del caudal se lleva a cabo desde el gestor Comms Mundi.

3.3.2 Cálculos de los distintos vanos

Existen dos tipos de vanos perfectamente diferenciables, ya sea por su distancia o por la tecnología empleada para cubrirlos. El primero es el vano que une la antena del operador con la antena situada en el centro de la urbanización y que funciona con WiMAX. El segundo tipo de vano es el que existe entre la antena de la estación base y las distintas antenas situadas en los tejados de los edificios y que funciona con WiFi. De este segundo tipo tendremos nueve vanos a estudiar, uno por cada edificio de que consta la urbanización.

3.3.2.1 Vano entre el operador y la estación base

Lo primero que se hace en este tipo de proyectos es hablar con los distintos operadores para ver cuál de ellos puede darnos cobertura en la zona con las características que nosotros necesitamos. Uno sólo de los operadores consultados, nos proporcionó un mapa de cobertura de sus estaciones base. Lo habitual en estos proyectos es que el operador nos diga dónde colocar la antena en la urbanización, así como su orientación y sus parámetros, pero en éste se ha analizado el vano en cuestión para que se vea de forma más práctica como se lleva a cabo todo el cálculo.

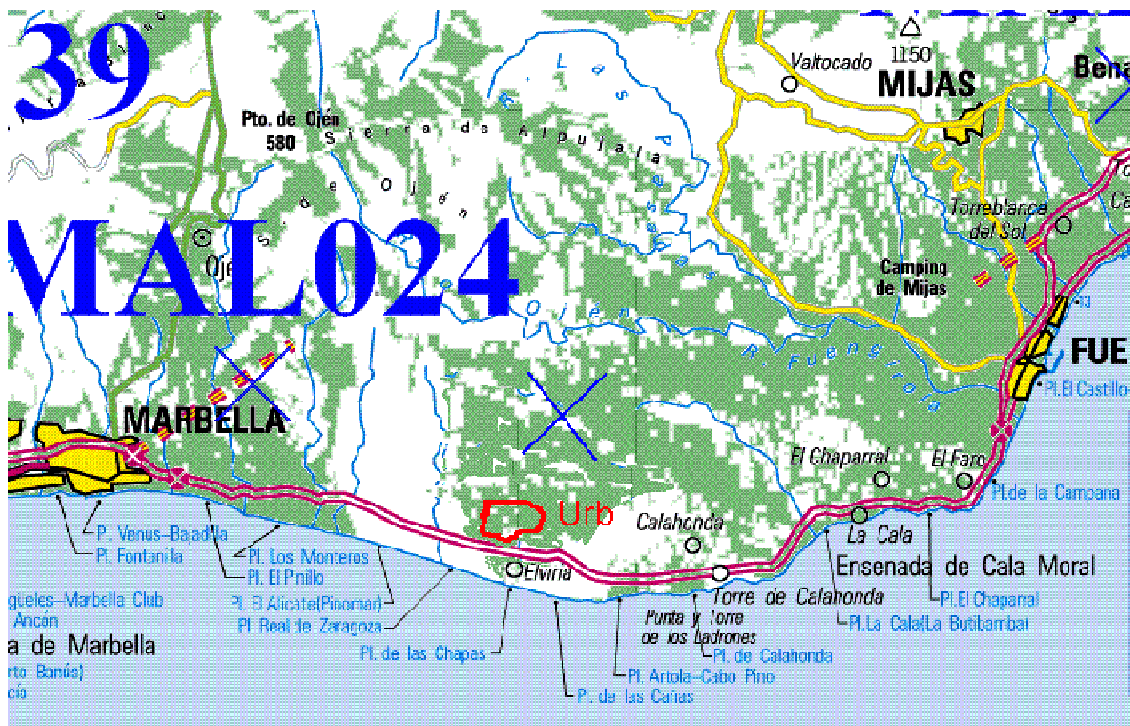


Ilustración 75: Cobertura del operador

Vemos que la urbanización está dentro de la zona de cobertura (coloreado en verde) de la antena marcada con una cruz azul situada al norte. Utilizando la herramienta Google Earth [15] hemos podido calcular la distancia entre la antena del operador y la urbanización.

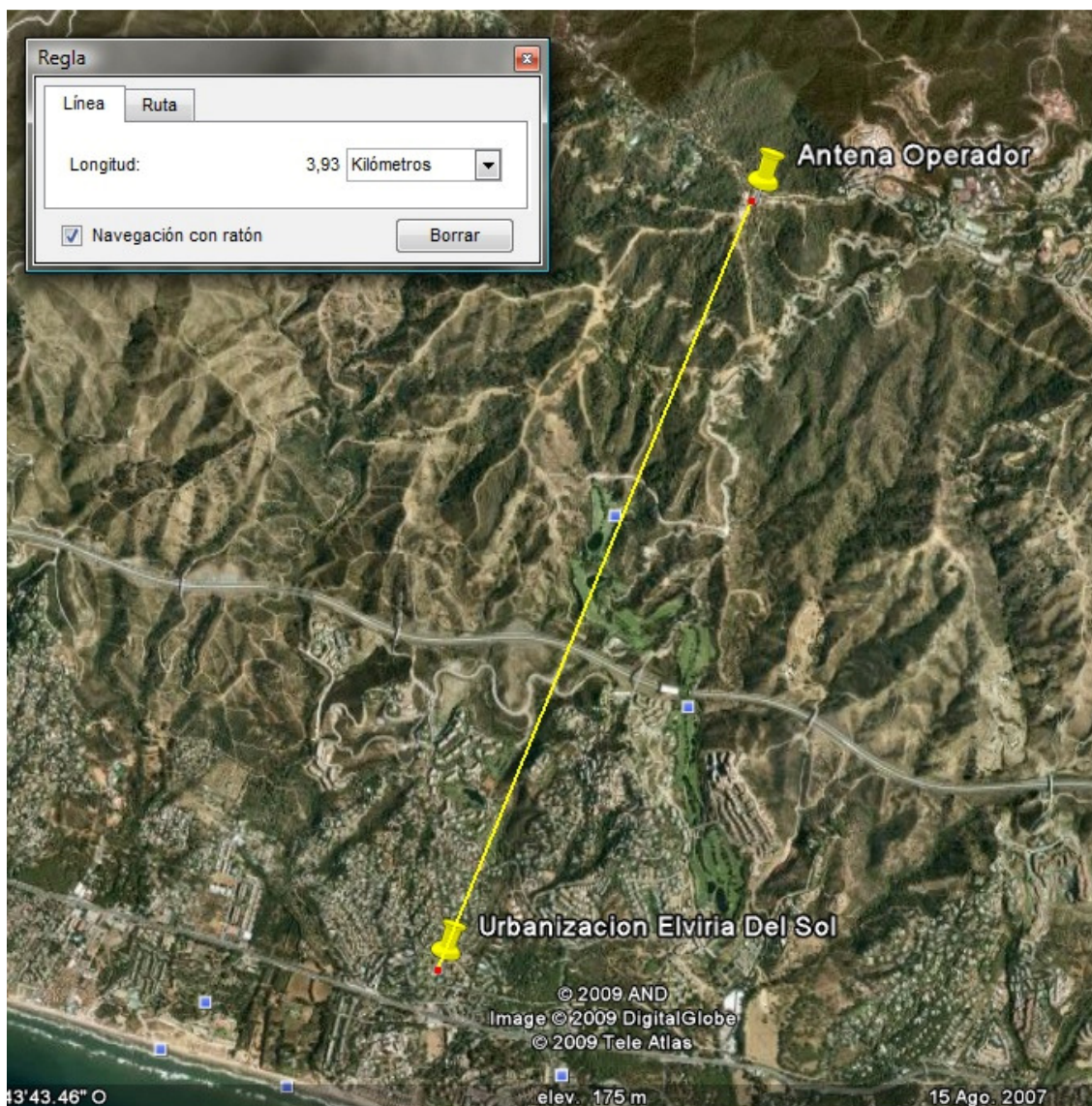


Ilustración 76: Cálculo de la distancia entre operador y la urbanización

Vemos que la distancia entre ambas antenas es de 3,93 Km.

Coordenadas:

Antena	Latitud	Longitud	Elevación
Antena Operador	36°31'50.52"N	4°45'53.55"O	175m
Antena Urbanización	36°29'53.49"N	4°46'54.16"O	20m

El programa empleado para calcular las características de ambos radioenlaces, tanto el radioenlace comprendido entre la antena del operador y la antena de la urbanización, es decir, el tramo en el que la tecnología implicada es la que sigue la norma IEEE 802.16 (WiMAX), como los tramos comprendidos entre la antena ubicada en el centro de la urbanización y los distintos edificios, es decir, tramo en el que la tecnología implicada es la que sigue la norma IEEE 802.1 (WiFi), será **Radio Mobile**, programa gratuito que podemos descargar desde la web del fabricante:

<http://www.cplus.org/rmw/download/download.html>

Pasamos primero a configurar las antenas, que recordemos eran idénticas en ambas ubicaciones. Para ello utilizamos las características de éstas dadas por el fabricante Alvarion que se presentaron en forma de tabla en puntos anteriores. Se ha hecho una captura de pantalla de la configuración de las antenas en el programa *Radio Mobile*:

Lista de todas las redes

Enlace Op-BS

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros Sistemas Estilo

Nombre de la red: Enlace Op-BS

Frecuencia mínima (MHz): 5725

Frecuencia máxima (MHz): 5850

Polarización: ☒ Vertical ☐ Horizontal

Modo estadístico: ☒ Intento ☐ Accidental ☐ Móvil ☐ Difusión

% de tiempo: 50

% de ubicaciones: 50

% de situaciones: 70

Pérdida adicional: ☐ Ciudad ☐ Bosque %: 0

Refractividad de la superficie (Unidades-N): 301

Conductividad del suelo (S/m): 0,005

Permitividad relativa al suelo: 15

Clima: ☐ Ecuatorial ☐ Continental sub-tropical ☐ Marítimo sub-tropical ☐ Desierto ☐ Continental templado ☒ Marítimo templado sobre la tierra ☐ Marítimo templado sobre el mar

Ilustración 77: Características radioenlace

En esta ilustración podemos ver las características de la antenas en cuanto a la frecuencia utilizada en el radioenlace, así como las características de éste, más concretamente se observa la refractividad de la superficie, la conductividad del suelo, la permitividad del suelo, el clima de la zona, así como el modo estadístico de éste. Todos estos parámetros son necesarios para poder diseñar un radioenlace lo más realista posible y poder así aplicar los datos obtenidos por el simulador a la vida real.

Lista de todos los sistemas

- Sistema 1
- Sistema 1
- Sistema 3
- Sistema 4
- Sistema 5
- Sistema 6
- Sistema 7
- Sistema 8
- Sistema 9
- Sistema 10

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros **Sistemas** Estilo

01 Selecccionar desde Sistema 1 ...

Nombre del sistema Sistema 1

Potencia del Transmisor (Watt) 0,1258925 (dBm) 21

Umbral del receptor (μ V) 22,3872 (dBm) -80

Pérdida de la línea (dB) 0,5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena corner.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 21 (dBd) 18,85

Altura de antena (m) 15 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m) 0,5 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a Radiosys01.dat Remover del Radiosys01.dat

Ilustración 78: Características Antenas

En esta ilustración podemos ver la configuración de las antenas (tanto la del operador como la de la urbanización, ya que, repetimos, ambas son idénticas). Así pues vemos como la potencia de transmisión es de 21 dBm, el umbral del receptor, -80 dBm, una pérdida de línea de 0,5 dB, un diagrama de transmisión del tipo “corner” que se mostrará a continuación, una ganancia de 21 dBi (ó 18,85 dBd) y para una altura de antena de 15 metros sobre el suelo.

Presentamos a continuación los patrones de radiación de ambas antenas así como su apuntamiento:

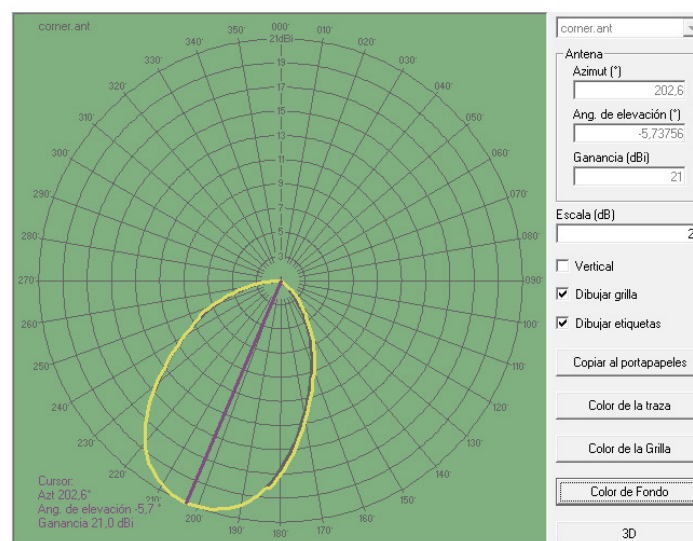


Ilustración 79: Patrón Radiación Operador

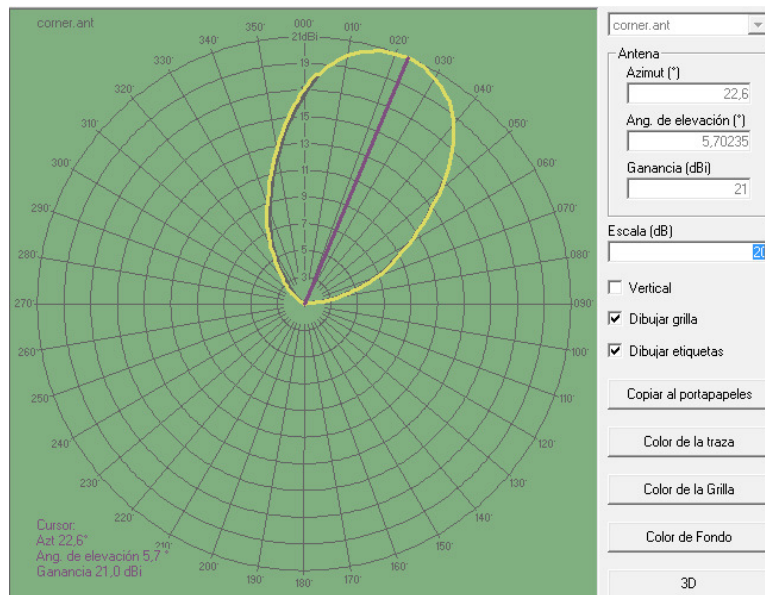


Ilustración 80: Patrón Radiación Cliente

Una vez tenemos configuradas nuestras antenas, pasamos a comprobar mediante el programa, que efectivamente, se puede mantener una comunicación bidireccional entre el operador y el cliente con las coordenadas anteriormente mostradas.

En la siguiente ilustración, se observa cómo es perfectamente viable esta comunicación, ya que el programa *Radio Mobile* nos muestra una línea verde entre ambas antenas indicando su viabilidad.

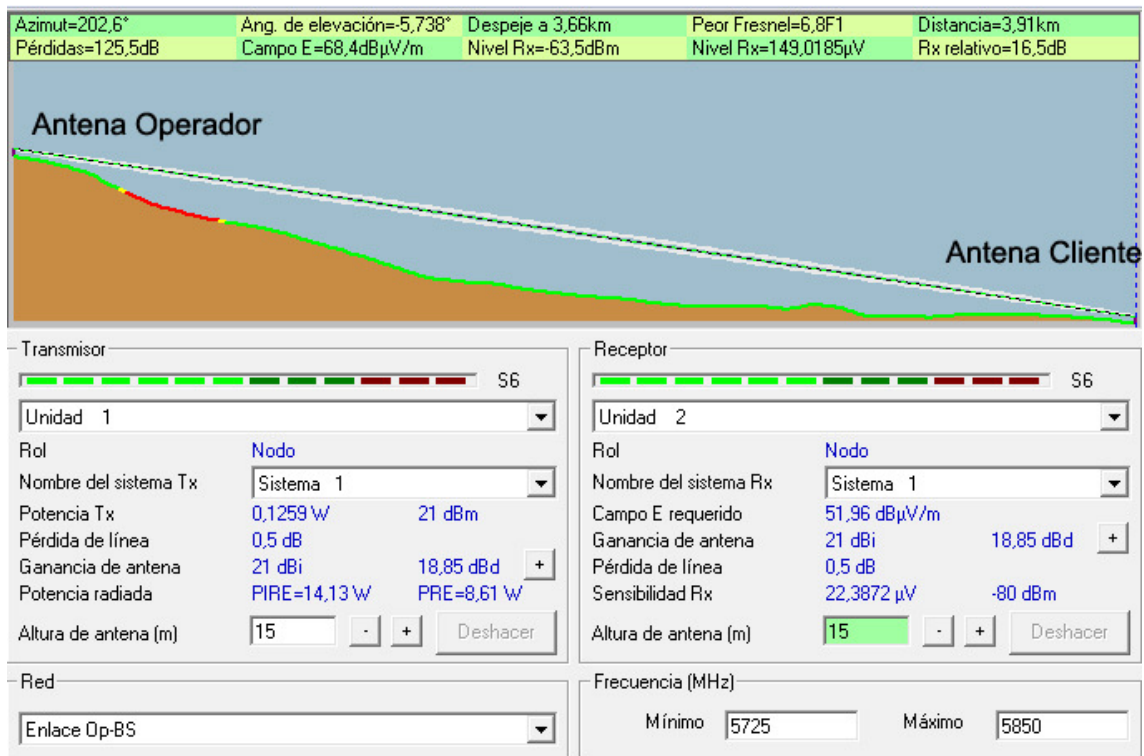


Ilustración 81: Perfil del terreno entre operador y cliente

Para el sentido inverso de la comunicación presentamos la siguiente ilustración.

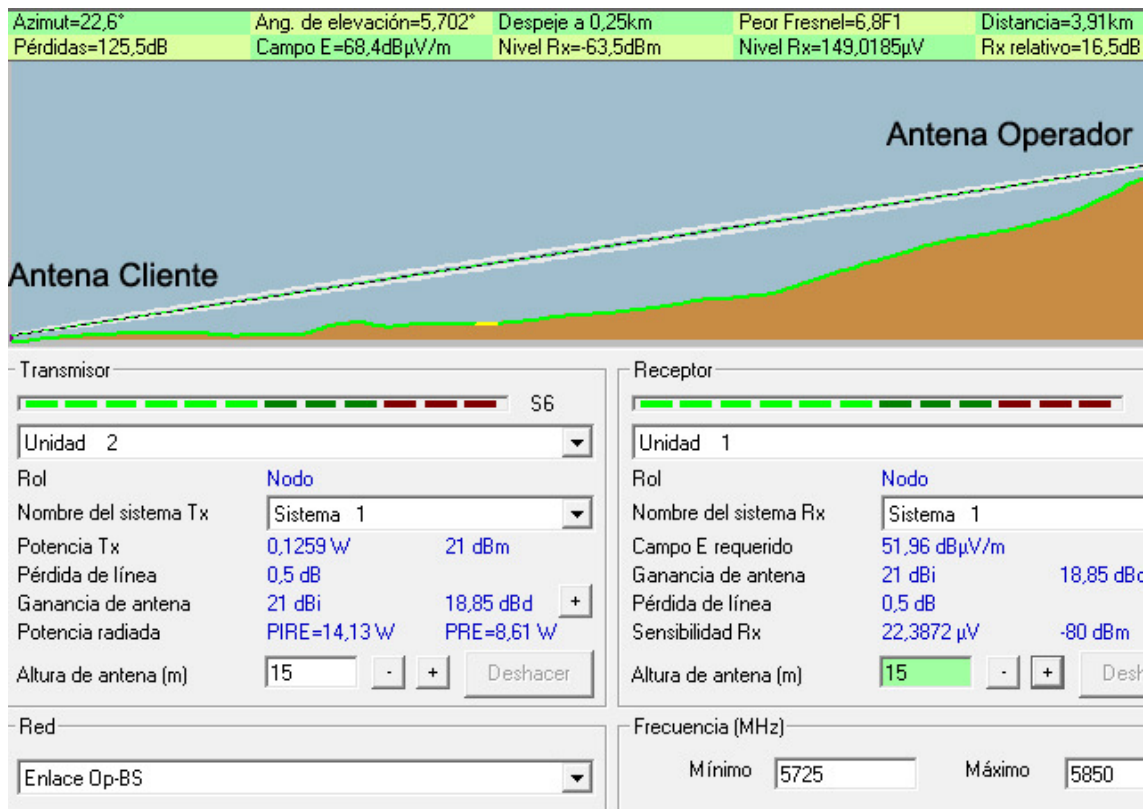


Ilustración 82: Perfil del terreno entre cliente y operador

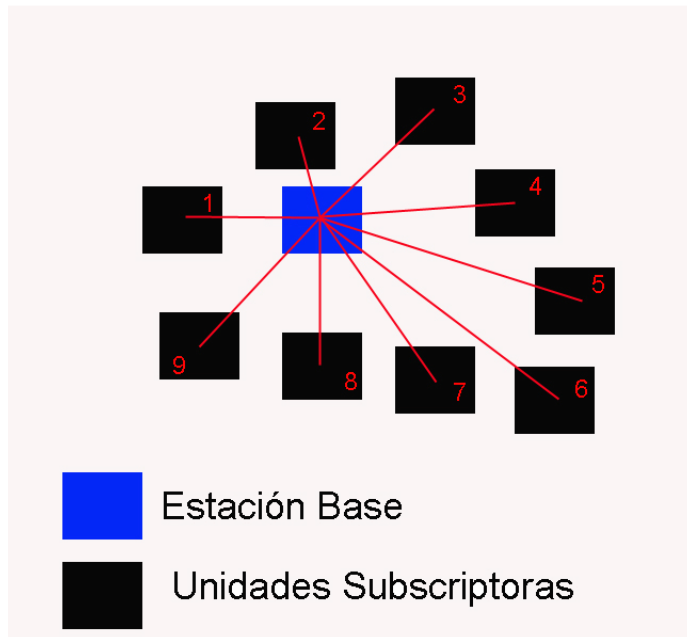
Como vemos, obtenemos una PIRE bastante superior a la permitida por las autoridades ($PIRE < 1W$). Tendríamos dos opciones para solventar este problema:

- Crear distintos vanos para llevar así no tener la necesidad de emitir con tanta potencia, pero esto lleva consigo un aumento considerable del coste de la instalación, por lo que la descartamos.
- La única opción sería llevar a cabo el estudio y diseño de este radioenlace en la frecuencia de 3,5 GHz, banda licenciada y con muchas menos restricciones. El diseño de este radioenlace lo lleva a cabo el operador que nos provee de la señal desde su antena.

3.3.2.2 Vano entre la estación base y las antenas de los edificios

Usaremos el mismo método para calcular las características de los vanos existentes entre la estación base y las antenas situadas en las azoteas de los nueve edificios de los que está formada la urbanización. Teniendo en cuenta que en los nueve vanos tenemos visión directa, no tenemos que hacer uso de repetidores.

Utilizando de nuevo el Google Earth para calcular las distancias entre antenas, obtenemos lo siguiente:



Antenas	Distancia [m]
BS-CPE1	46,64
BS-CPE2	24,54
BS-CPE3	66,67
BS-CPE4	82,24
BS-CPE5	114,59
BS-CPE6	120,90
BS-CPE7	83,69
BS-CPE8	60,13
BS-CPE9	73,24

Tabla 14: Distancias entre antenas WiFi

Ilustración 83: Esquema de ubicación

Teniendo en cuenta que la tecnología empleada en estos vanos es WiFi, procedemos al cálculo de las características de éstos utilizando de nuevo el programa gratuito **Radio Mobile**.

Antes de nada presentaremos las coordenadas de los distintos edificios:

Antena	Latitud	Longitud	Elevación
Antena BS	36°29'53.49"N	4°46'54.16"O	20m
CPE 1	36°29'51.81"N	4°46'53.76"O	24m
CPE 2	36°29'54.24"N	4°46'53.85"O	21m
CPE 3	36°29'54.59"N	4°46'52.04"O	21m
CPE 4	36°29'53.54"N	4°46'53.85"O	21m
CPE 5	36°29'52.25"N	4°46'49.83"O	19m
CPE 6	36°29'51.00"N	4°46'52.06"O	19m
CPE 7	36°29'51.35"N	4°46'52.06"O	19m
CPE 8	36°29'51.50"N	4°46'53.92"O	19m
CPE 9	36°29'51.61"N	4°46'56.15"O	20m

De igual forma que se calculó el vano entre la antena del operador y la antena situada en el centro de la urbanización, vamos a proceder a calcular los distintos vanos internos de la urbanización, los que están comprendidos entre la estación base situada en el club social, y las antenas situadas en las azoteas de los nueve edificios de que está compuesto el proyecto.

Lo primero que haremos será configurar en el programa **Radio Mobile** las distintas antenas. Recordemos que en la estación base tenemos cuatro antenas idénticas dispuestas formando un cuadrado de tal forma que tengamos como resultado cobertura en los 360° y así podamos abarcar los nueve edificios. Estas cuatro antenas las configuraremos en el programa como si tuviéramos una antena omnidireccional para agilizar los cálculos. Veamos una ilustración en la que se muestra la ventana del programa utilizado donde se configura esta antena:

The screenshot shows the 'Sistemas' (Systems) configuration window in the Radio Mobile software. On the left, a list titled 'Lista de todos los sistemas' (List of all systems) contains 'Base Station' and 'CPE 1' through 'CPE 9'. The 'Base Station' is selected. The main configuration area has tabs for 'Parámetros', 'Topología', 'Miembros', 'Sistemas', and 'Estilo'. The 'Sistemas' tab is active, showing the following settings:

- System ID:** 01 (dropdown)
- System Name:** Base Station (text field)
- Transmitter Power (Watt):** 10 (text field)
- Receiver Sensitivity (dBm):** -107 (text field)
- Line Loss (dB):** 0.5 (text field)
- Antenna Type:** omni.ant (dropdown)
- Antenna Gain (dBi):** 14 (text field)
- Antenna Height (m):** 15 (text field)
- Additional Cable Loss (dB/m):** 0 (text field)

Additional information and buttons include:

- dBm Conversion:** 40 dBm for 10 Watt and -107 dBm for -107 dBm.
- Antenna View:** A 'Ver' button next to the antenna type dropdown.
- Notes:** '(Cable+cavidades+conectores)' next to line loss and '(Sobre el suelo)' next to antenna height.
- Buttons:** 'Agregar a Radiosys01.dat' and 'Remover del Radiosys01.dat' at the bottom.

Ilustración 84: Configuración Estación Base

Pasamos ahora a configurar las distintas CPE's (Customer Premise Equipment). Como sabemos, todas ellas serán iguales aunque variará la orientación. Veamos un ejemplo de configuración de CPE en el programa:

Lista de todos los sistemas

- Base Station
- CPE 1
- CPE 2
- CPE 3
- CPE 4
- CPE 5
- CPE 6
- CPE 7
- CPE 8
- CPE 9

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros **Sistemas** Estilo

01 Selecionar desde Sistema 1 ... Base Station

Nombre del sistema CPE 1

Potencia del Transmisor (Watt) 0,1 (dBm) 20

Umbral del receptor (μV) 5,6234 (dBm) -92

Pérdida de la línea (dB) 0,5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena corner.ant Ver

Ganancia de antena (dBi) 14 (dBd) 11,85

Altura de antena (m) 20 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m) 0 (Si la altura de la antena difiere)

Agregar a Radiosys01.dat Remover del Radiosys01.dat

Ilustración 85: Configuración CPE

Como vimos anteriormente, el programa **Radio Mobile** nos dará los parámetros de orientación de todas las antenas. Éstos se mostrarán en otro apartado posteriormente.

Finalmente obtenemos un esquema como el que sigue:

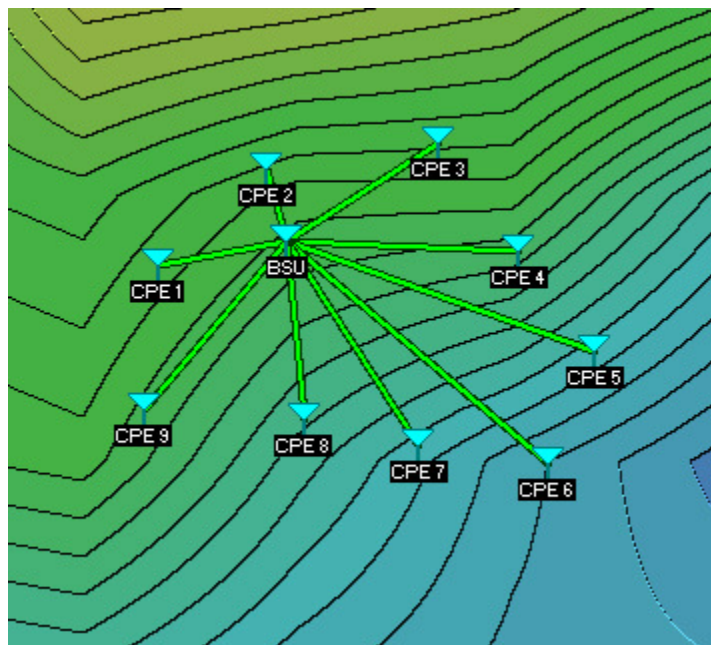


Ilustración 86: Disposición Antenas WiFi en Radio Mobile

Como vemos, el programa nos ilustra con una línea verde en aquellos casos en los que la comunicación es viable. Por lo tanto, ya tenemos diseñados también los vanos WiFi.

3.3.3 Cálculos de direcciones IP

Utilizando una herramienta informática [26], procedemos a calcular las direcciones IP privadas de las distintas subredes. Haremos coincidir cada edificio con una subred.

En la siguiente ilustración se puede observar el funcionamiento del programa, simplemente tenemos que introducir la dirección de la puerta de enlace predeterminada (estará situada en la estación base) y decir cuántas subredes deseamos así como dentro de cada subred, cuántos usuarios vamos a tener.

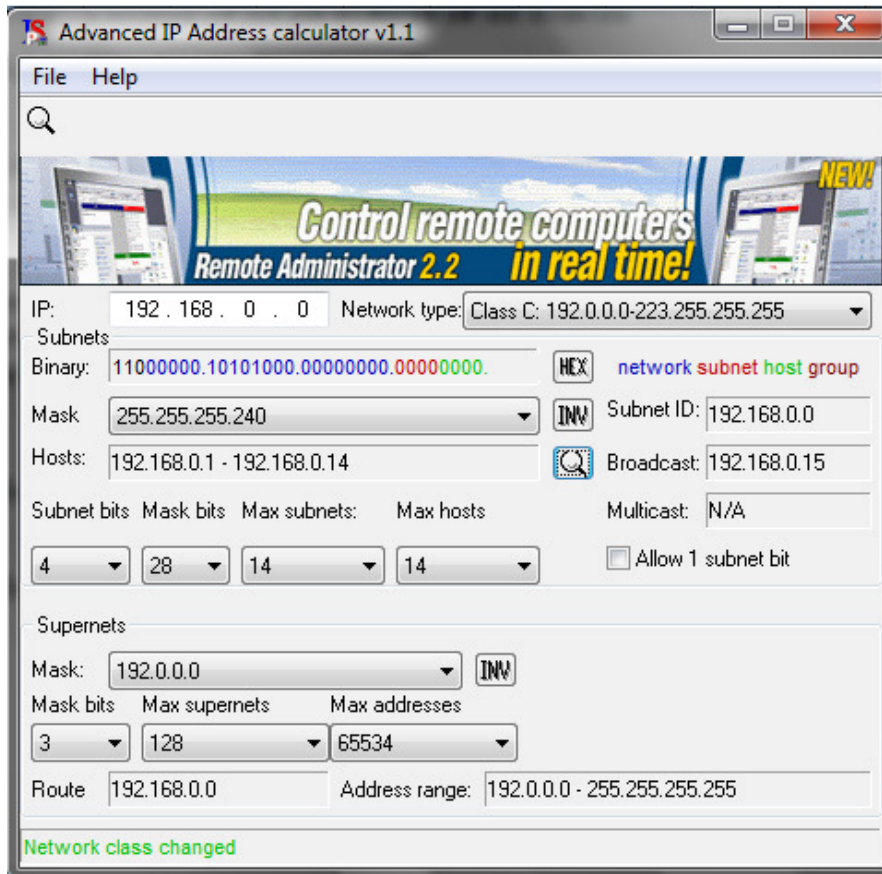


Ilustración 87: Programa Advanced Address Calculator v1.1

En la siguiente tabla podemos ver las direcciones IP asignadas a las distintas subredes, su rango, su dirección de *broadcast*, la máscara de subred, y la dirección IP de la puerta de enlace predeterminada.

Subred	ID	Rango	Broadcast
1	192.168.0.16	192.168.0.17-192.168.0.30	192.168.0.31
2	192.168.0.32	192.168.0.33-192.168.0.46	192.168.0.47
3	192.168.0.48	192.168.0.49-192.168.0.62	192.168.0.63
4	192.168.0.64	192.168.0.65-192.168.0.78	192.168.0.79
5	192.168.0.80	192.168.0.81-192.168.0.94	192.168.0.95
6	192.168.0.96	192.168.0.97-192.168.0.110	192.168.0.111
7	192.168.0.112	192.168.0.113-192.168.0.126	192.168.0.127
8	192.168.0.128	192.168.0.129-192.168.0.142	192.168.0.143
9	192.168.0.144	192.168.0.145-192.168.0.158	192.168.0.159

Tabla 15: Asignación de direcciones IP por subredes

Dirección Puerta de Enlace	Máscara de Subred	Broadcast
192.168.0.1	255.255.255.240	192.168.0.15

Tabla 16: Dirección BS y máscara de subred

3.4 Implementación física

Para llevar a cabo la instalación de todos los equipos, pruebas, etc...se contratará a una empresa instaladora, con personal técnico y equipos de medición acordes a nuestras exigencias. La instalación de todo el equipamiento necesario, se llevará a cabo durante aproximadamente 2 meses siguiendo las distintas fases mostradas en el siguiente diagrama de Gantt:

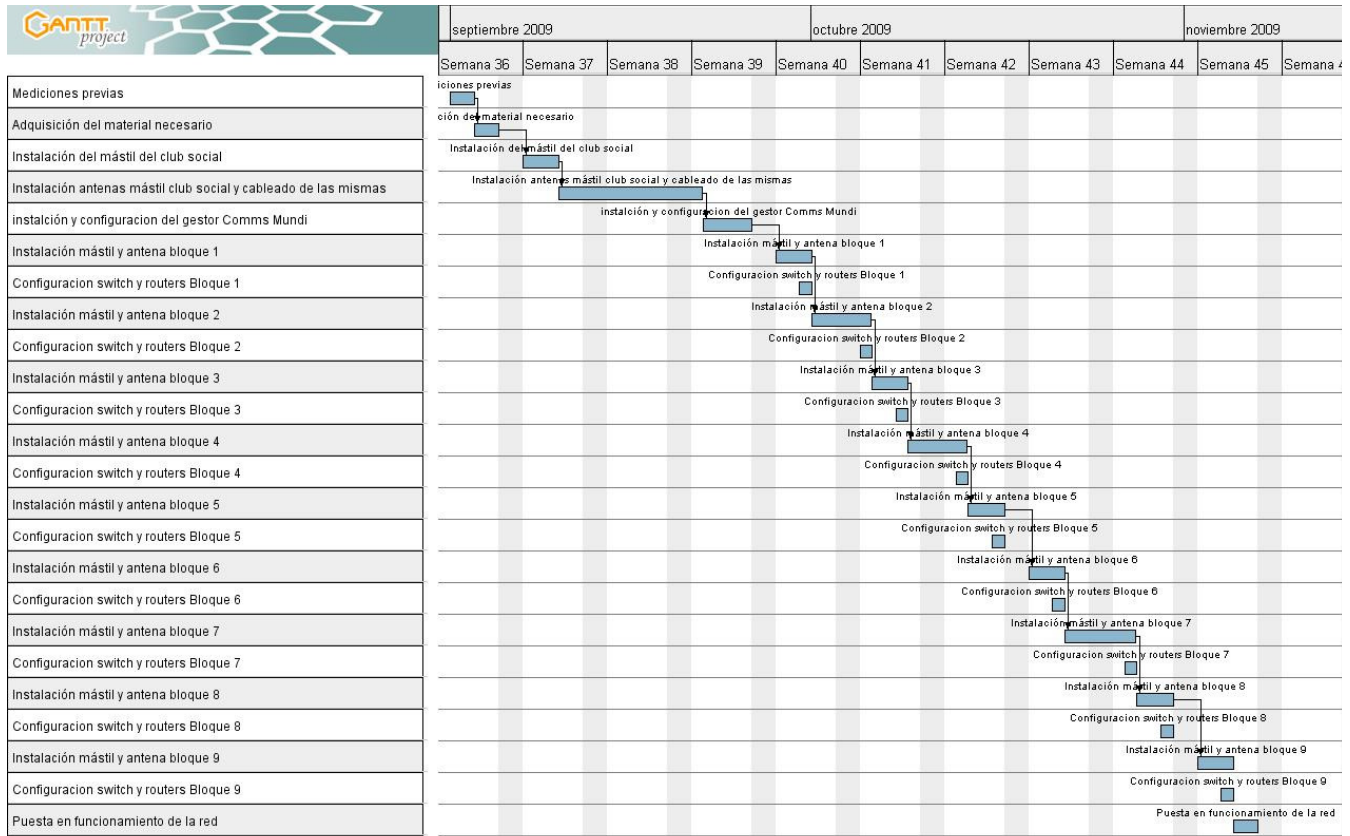


Ilustración 88: Diagrama Gantt Instalación

Como puede observarse, se estima que la instalación llevará un tiempo de dos meses y una semana. En este periodo las tareas que se llevarán a cabo son las siguientes:

3.4.1 Mediciones previas

En esta fase, los técnicos deberán analizar la situación del emplazamiento de las diez antenas (club social + edificios). Han de estudiar la situación del terreno donde irán ubicadas las antenas, ver el material necesario para su instalación, desde herramientas hasta anclajes, canaletas, metros de cable necesario, etc... Una vez se dispone del inventario, se procederá a su compra y traslado a la urbanización. Para todos estos cálculos se ha recurrido a los "data sheet" del fabricante de las torres y mástiles [20].

3.4.2 Instalación de la torre del club social.

En esta fase, se levantará, como dijimos anteriormente, la torre ubicada en el Club Social de la urbanización, en el centro de ésta, lugar donde tendremos posicionadas la antena WiMAX y las cuatro antenas WiFi.

En el caso de la antena WiMAX, para poder tener LOS (*Line of Sight*) con la antena del operador, se decidió instalar una torre de 11'5 metros en el tejado de dicho edificio (ver punto [3.2.2.1](#)). La antena WiMAX irá situada en la parte alta de la torre. Ésta irá conectada con la sala de equipos, donde estará el gestor Comms Mundi, mediante un cable Cat5.

En esa misma torre irán colocadas las antenas WiFi que reparten la señal al resto de edificios de la urbanización. Estas antenas se conectarán, al igual que la otra, al equipo Comms Mundi.

La orientación de las antenas, tras un estudio del radioenlace usando el programa **Radio Mobile**, será la siguiente:

- **Antena WiFi:** Recordemos, que las 4 antenas que irán instaladas en el centro de la urbanización, estarán dispuestas formando un cuadrado, de tal manera que el diagrama de radiación resultante sea una antena omnidireccional.
- **Antena WiMAX:** La orientación de la antena WiMAX será la correcta para poder tener una línea de visión con la antena del operador. Para ello, hemos de orientar la antena de acuerdo con:

Antena	Azimut (º)	Elevación (º)
WiMAX	22,6	5,70235

Veamos cómo se lleva a cabo la instalación de la torre. Lo primero que se hace es un estudio del terreno (llevado a cabo en la fase anterior) y que nos marcará el tipo de anclaje que deberemos utilizar. Los anclajes de la torre del club social se hacen sobre una superficie plana, en situación normal, para soportar las cargas dinámicas del trabajo normales según las Normas españolas MV-101 y NTE-ECV. En este caso, la instalación de la torre se realiza en la azotea del club social, por tanto, el instalador tomará las precauciones pertinentes de acuerdo con el arquitecto responsable del edificio, a fin de conocer la resistencia mecánica de esta zona.

Previamente al montaje, en el emplazamiento, se prepararán los vientos en el taller, cortándolos a su medida. En el lugar de la instalación, se engrasarán todos los racores roscados de unión entre los diferentes tramos y se fijarán los vientos en los puntos de anclaje del tramo que corresponda. Para el montaje de la torreta en sí, se pueden seguir dos métodos, tramo a tramo o ensamblando la torreta completa en el suelo y levantándola después.

Nosotros haremos una instalación tramo a tramo, que consiste en fijar a la base el tramo inferior y colocarlo en posición vertical nivelándolo. Posteriormente se van montando los tramos intermedios y sucesivos, que ya tendrán acoplados los vientos correspondientes. Se utiliza para este proceso utillaje de elevación adecuado así como medios de seguridad adecuados (cinturón de seguridad, anclajes,...).

Por último, tendremos que pintar los tramos alternativamente en blanco y rojo para que sean fácilmente identificables por aeronaves según lo indica la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil).

La torre viene por piezas que han de ensamblarse, donde podemos distinguir seis partes:

- Base basculante (Ref.3056)



- Tramo inferior de la torre (Ref.3054), Tramo intermedio (Ref.3055) y tramo superior (Ref.3053)



- Mástil (Ref.3018)

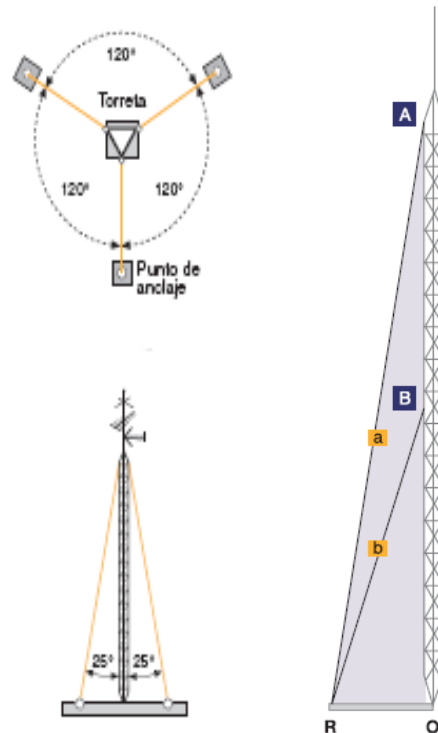


- Anclajes de acero (T3-B7 y T2-B4)

Tendremos tres anclajes de viento dispuestos radialmente teniendo por centro el eje de la torreta. Los puntos de anclaje están separados entre sí un arco de 120° sobre el plano horizontal de la base. Este posicionamiento deberá observarse rigurosamente, pues condiciona la seguridad de la torreta. Las argollas de vientos para empotrar, deberán engancharse a una zapata de hormigón.

TRAMO A: 8,54 m

TRAMO B: 4,30 m



Una vez instalada la torre, se deberán colocar las antenas con los apuntamientos calculados anteriormente. La antena WiMAX irá en la parte superior del mástil, mientras que las antenas WiFi irán justo debajo.

Cada una de las antenas irá conectada al gestor Comms Mundi (situado en una habitación del club social debidamente acondicionada) con un cable Cat5.

En cada caso, el cable ha de cubrir los 11,5 m de la torre, 10 m que separan a la base de la torre del extremo del edificio más 10 m (dejando 4 m de margen) que hacen falta para llegar hasta la habitación. En total se necesitarán 157,5 m de cable Cat5.

El cable se adquirirá en forma de bobina, por lo que harán falta también conectores en cada extremo. Se necesitan por lo tanto para esta fase 10 conectores (2 por antena).



Recordemos, que las antenas escogidas para este Proyecto, no necesitan alimentación de la red eléctrica, sino que son antenas que reciben la tensión necesaria a través del cable de red.

La comprobación del buen apuntamiento (cobertura) de las antenas se hará en la última fase, cuando todas las antenas estén dispuestas en sus emplazamientos. Esta tarea será sencilla, ya que las antenas disponen de indicadores leds que mostrarán cuándo la recepción/transmisión es óptima. No hacen falta equipos medidores.

3.4.3 Instalación del gestor de tráfico Comms Mundi

Como hemos comentado en la fase anterior, el gestor Comms Mundi (instalado en una computadora) irá conectado a un switch al que irán conectadas a su vez tanto a las cuatro antenas WiFi como a la antena WiMAX. Será el encargado de gestionar la información que se intercambia con el operador, y la que se distribuye (y posteriormente recibe) a través de los enlaces WiFi.

Con este gestor, se va a llevar a cabo un control de consumo de cada usuario, para así poder tarificar nosotros, y no depender del operador.

Este producto se compra por paquetes funcionales, por lo que su instalación es rápida y sencilla. Una vez instalado en la computadora, tendremos el software necesario para nuestras necesidades (control tráfico, control de consumo, asignaciones de direcciones IP, etc...)

Sistema de Gestión de Comms Mundi

Jueves, 22 Ene 2009

Inicio | Red de datos | Telefonía | Servicios | Seguridad | Monitorización

Logout Administrador Vista: SuperAdmin

Reglas de tráfico en vrtual-etb

Nombre	Tipo de tráfico	Parámetro	Prioridad
Entrada			
- Entrada defecto	NORMAL Prio: lowest	Todo el tráfico	-
Salida			
- Salida defecto	NORMAL Prio: lowest	Todo el tráfico	-

— choose one action —

Reglas de tráfico en etb-ya.com

Nombre	Tipo de tráfico	Parámetro	Prioridad
Entrada			
- Entrada defecto	LENTO	Todo el tráfico	-
Salida			
- p2p - out	LENTO	Clases de tráfico:soulseek, bittorrent, emule	▲▼
- telefonía - out	INTERACTIVO	Clases de tráfico:sip orig, sip dest, rtp out, rtp in	▲▼
- control - out	INTERACTIVO	Clases de tráfico:icmp, dns udp in, dns udp out, dns tcp in, dns tcp out, temporary, temp2, temp, trafico Rtp	▲▼
- http - out	NORMAL: Garantizado: 100 kbps Max: 175 kbps Prio: high	Clases de tráfico:https in, https out, http out, http in, http layer7	▲▼
- ftp - out	NORMAL Prio: normal	Clases de tráfico:trafico Rtp	▲▼
- mail - out	NORMAL Prio: low	Clases de tráfico:Layer7 smtp, pop orig, pop dest, imap orig, imap dest	▲▼
- chat	NORMAL Prio: normal	Clases de tráfico:layer 7 IRC, irc orig, irc dest, msn	▲▼
- ssh traffic	NORMAL Max: 175 kbps Prio: lowest	Clases de tráfico:ssh orig, ssh dest, svn orig, svn dest	▲▼
- prio by ip - tony stream	NORMAL: Garantizado: 50 kbps Max: 100 kbps Prio: normal	Origen: Cualquiera Destino: 195.245.168.21/32	▲▼
- dion tunnels	NORMAL: Garantizado: 50 kbps Prio: highest	Clases de tráfico:dion - esp, connection on port 500, connection on port 4500	▲▼
- Salida defecto	LENTO	Todo el tráfico	-

— choose one action —

Reglas de tráfico en etb-jazztel

Nombre	Tipo de tráfico	Parámetro	Prioridad
Entrada			
- Entrada defecto			
Salida			
- Salida defecto			

Ilustración 89: Software Comms Mundi

De nuevo, tendremos que esperar a la última fase de la instalación de la red para poder hacer las pruebas pertinentes.

3.4.4 Instalaciones de los edificios

En cada edificio tendremos los equipos necesarios para la recepción, difusión por cable y posterior transmisión de la señal WiFi. Comenzaremos por la instalación de las antenas SU5411, que irán colocadas en un mástil de 2,5 metros que a su vez está ubicado en la azotea de cada edificio. Al estar la estación base en el centro de la urbanización, las nueve antenas que hemos de colocar en los 9 edificios, tendrán los siguientes parámetros de orientación.

Antena	Azimut (º)	Elevación (º)
CPE 1	79,2	-8,826
CPE 2	163,9	-14,88
CPE 3	237,2	-7,1818
CPE 4	272,1	-2,8345
CPE 5	289,6	0,4401
CPE 6	310,2	1,6141
CPE 7	326,9	0,5229
CPE 8	354,5	-2,0374
CPE 9	40,4	-3,8895

Tabla 17: Parámetros orientación antenas WiFi

Las antenas irán conectadas a su switch correspondiente desde donde se repartirá a cada usuario el caudal que le corresponda en cada momento. El switch irá conectado a la ICT del edificio, llegando de esta forma por cable hasta los 10 hogares que componen el edificio.

Como dijimos, en cada edificio tendremos un mástil de Televés, cuya referencia es Ref.3009. Estos mástiles van colocados sobre un soporte anclado a la pared del tipo Ref.2117.



Una vez colocado el mástil en el lugar deseado, se atornilla la antena SU5411 a la parte superior de éste. Posteriormente, se conecta mediante un cable Cat5, la antena al switch, colocado en un armario interno al edificio y situado en la azotea. Este switch recordemos que irá a su vez conectado a la ICT (infraestructura común de telecomunicaciones) del edificio.

Necesitaremos como en la fase 2, 20 metros de cable en cada edificio para conectar la antena con el switch y dos conectores por edificio. Esto hace un total de 180 m de cable Cat5 y 18 conectores más (recordemos que estos cálculos se realizaron en la fase 1).

Una vez instalada la antena y alimentada con su correspondiente cable Cat5, se procede a la medición de la señal y saber así si la potencia recibida de las antenas colocadas en el club social es la correcta. Para estas mediciones, de nuevo las antenas traen unas señales luminosas que nos indican la correcta o incorrecta colocación de éstas.

Por último, en esta fase también se configuran los routers de cada hogar (diez por edificio), asignando una IP fija a cada uno como vimos en apartados anteriores. Esta IP será la que lo identifique dentro de la red creada y con la que podremos gestionar a la perfección todo el tráfico de datos de cada usuario usando el gestor Comms Mundi. Se configurarán también los distintos teléfonos IP, asignando de nuevo una IP fija, pero dentro de la red de cada hogar.



Ilustración 90: Esquema conexionado de cada hogar

Este proceso se hará de forma idéntica en los nueve edificios de que consta la urbanización.

3.4.5 Puesta en funcionamiento de la red WiFi

Una vez se tienen todos los equipos instalados, los técnicos tendrán que hacer una comprobación general de la red, es decir, que todo funciona correctamente, haciendo pruebas en cada uno de los 90 usuarios, ya sea dentro de la red o hacia fuera utilizando el radioenlace WiMAX. Para ello se conectarán ordenadores en los distintos hogares para poder enviar paquetes y comprobar así la correcta recepción en el extremo opuesto.

3.5 Posibles mejoras

Existen multitud de posibles mejoras que van desde el aumento de caudal solicitado por parte de los usuarios, el aumento del número de líneas, posibles ampliaciones de la urbanización, hasta la instalación de distintos elementos tecnológicos de seguridad y vigilancia, domótica, etc.

- Gracias a la instalación de los equipos WiMAX de Alvarion, en los que se seleccionaron elementos que daban prestaciones muy por encima de lo solicitado, podremos aumentar tanto el tamaño de la WLAN como los caudales de los usuarios sin tener que adquirir nuevos equipos. Simplemente tendríamos que contratar un mayor ancho de banda con el operador y configurar los equipos para tal fin.

En cuanto a la instalación de cámaras para la videovigilancia, al tener desplegada una red WiFi, tan sólo tendríamos que adquirir las cámaras IP y colocarlas estratégicamente cubriendo las zonas deseadas. Una cámara como la que se muestra en la siguiente ilustración puede conectarse a la red vía WiFi o vía Ethernet. Con un simple navegador de internet podríamos acceder al contenido de la grabación de la cámara.



Ilustración 91: Cámara Video-vigilancia IP WiFi

Existen formas alternativas de dar este servicio como adquirir equipos servidores donde gestionar las cámaras colocadas, poder ver todas a la vez en un monitor, etc.

A su vez todo el sistema podría ser controlado de forma remota desde cualquier parte del mundo gracias a que tenemos acceso a banda ancha.

- La domótica son un conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación [12].

Con la domótica se puede desde simular presencia en el hogar deseado, hasta programar la climatización en zonas concretas de la casa. Toda esta tecnología puede ser controlada desde un terminal móvil que a su vez tiene acceso a la red del hogar en cuestión. La domótica consta de tres elementos fundamentalmente: controladores, sensores y actuadores, todos ellos conectados a la red.

En la siguiente ilustración puede observarse un ejemplo de esta tecnología.

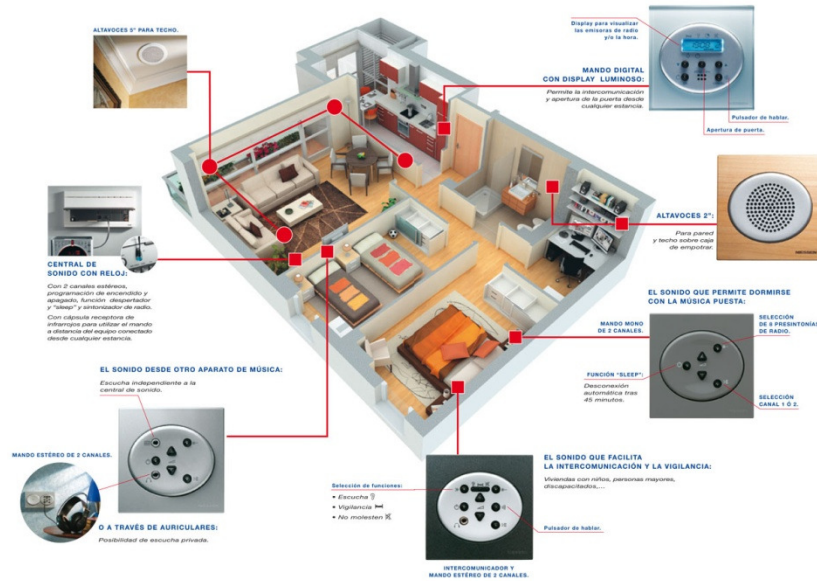


Ilustración 92: Ejemplo de domótica

3.6 Presupuesto

A continuación se desglosa el presupuesto de este Proyecto. Tenemos en cuenta que lo habitual es que sea el operador el que se encarga de el vano entre su antena y la urbanización, es decir, se solicita al operador cierto caudal y este instala las antenas y los equipos para poder recibirla donde deseemos. Simplemente tendríamos que conectar el cable Ethernet a nuestro gestor Comms Mundi. Por eso los equipos WiMAX no aparecerán en los presupuestos. Por otra parte, el precio de torres y mástiles no nos ha sido posible conseguirlos ya que el fabricante no accedió proporcionarlos.

Nombre	Artículo	Cantidad	Referencia	Precio Unidad	Precio Total
Torre 11,5 metros modelo 180 de Televés	Placa	1	3025		
	Tramo inferior	1	3052		
	Tramo intermedio	1	3022		
	Tramo superior	1	3051		
	Mástil	1	3010		
Mástil de 2,5 metros espesor de 2mm y un diámetro de 40mm de Televés	Mástil	9	3009		
Estación base Repeatit BS 5432		1		2425€	2425€
CPE SU 5411		9		210€	1890€
RCS Software de gestión Repeatit (licencia anual)		1		1500€	
Comms Mundi: Gestor de datos y voz con QoS		1		2860€	2860€
Fuente de alimentación redundante		1		512€	512€
Tarjeta Primario		x		200€	
Instalación estación base		1		900€	900€
Instalación CPE		9		90€	810€
Configuración y puesta en marcha de la red		1		500€	500€
Bobina Cat5 y conexiones		4x100m		38,60€	154,4€
Ordenador para gestor		1		350€	350€
Switch Dlink DES – 1024D		10		57€	570€
Router Dlink D320		90		60€	5400€
Teléfonos IP ATCOM	Modelo AT-530P	90	--	78€	7020€
TOTAL (sin torre ni mástil)					23.361€

PRECIO POR VIVIENDA:

$$\text{Precio a pagar por vivienda} = \frac{23361}{90} = 260\text{€}$$