

Desarrollo de una red telemática para proveer acceso a Internet en Torreblanca



PAC3



Autor: Jordi García Cañamero
Consultor: Antoni Morell Pérez

29 de Mayo de 2013

A todas las personas que he conocido a lo largo de esta carrera, que han hecho que sea más llevadera. Y que me han demostrado que son grandes compañeros. A Antoni Morell por sus orientaciones en este proyecto.

Y sobretodo, a Vanessa, por todo su apoyo y ayuda durante estos 4 años de carrera.

Contenido

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO	5
1.1 Descripción	5
1.2 Objetivos del proyecto	7
1.3 Planificación	7
1.3.1 Índice provisional.....	7
1.3.2 Cronograma, diagrama de Gantt.....	8
2. ANÁLISIS	9
2.1 Legislación aplicable	9
2.1.1 Ley general de las telecomunicaciones.....	9
2.1.2 Legislación de la CMT.....	10
2.1.3 Espectro radioeléctrico.....	12
2.1.4 Protección de datos.....	12
2.2 Análisis de viabilidad	12
2.3 Requerimientos de cobertura	13
2.3.1 Zonas de cobertura.....	13
2.3.2 Estudio teórico de la atenuaciones.....	15
2.4 Análisis de tecnologías	17
2.4.1 Tecnologías inalámbricas.....	17
2.4.2 Estándares inalámbricos.....	19
2.4.3 Tipos de antenas.....	22
2.5 Conexiones de red	24
2.6 Análisis económico	25
3. DISEÑO	26
3.1 Tecnología inalámbrica elegida	26
3.1.1 Estación base.....	26
3.1.2 CPE.....	28
3.1.3 Puntos de acceso Wifi.....	29
3.1.4 Router.....	30
3.1.5 Switch.....	31

3.1.6 Firewall.....	31
3.1.7 Servidores.....	32
3.1.8 Otros dispositivos.....	33
3.2 Topología de red.....	34
3.3 Requerimientos técnicos.....	39
3.3.1 Requerimientos de conexión de las BS.....	39
3.3.2 Requerimientos interconexión de dispositivos CPE/AP.....	40
3.3.3 Orientación de las estaciones base.....	41
2.4 Proveedores de Internet.....	42
4. IMPLEMENTACIÓN.....	43
4.1 Configuración de la red.....	43
4.1.1 Direccionamiento de la red.....	44
4.1.2 Funcionamiento antenas.....	46
4.2 Configuración de autenticación de usuarios.....	48
4.3 Configuración de reglas Firewall.....	49
4.4 Pruebas y simulaciones.....	49
4.4.1 Estudio de coberturas con Radio Mobile.....	51
4.4.2 Coberturas en los Hotspots.....	59
5. INFORMES.....	60
5.1 Memoria económica.....	60
5.2 Manuales.....	61
5.3 Conclusiones.....	62

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 Descripción

Desde hace algunos años, el uso de las redes son una parte fundamental de la sociedad. Convirtiéndose en una herramienta muy útil, ya sea para buscar información, para realizar tareas laborales o para facilitar la comunicación entre personas en cualquier parte del mundo.

A consecuencia de esto, cada vez más personas utilizan dispositivos que requieren una conexión de datos. El ejemplo más claro son los teléfonos inteligentes, que han tenido un gran impacto en el mercado de las telecomunicaciones provocando que sea el producto más demandado actualmente por los usuarios.

Por este motivo, el siguiente proyecto se centra en el desarrollo de una red telemática, para que los habitantes de la localidad de Torreblanca puedan disfrutar de Internet de forma gratuita y fiable en sus calles, plazas o parques. Por consiguiente, se proporcionará a la ciudadanía un servicio de acceso wireless que permita la navegación a cualquier dispositivo móvil, ya sea un ordenador portátil, Smartphone, PDA o Tablet.

Geográficamente, Torreblanca se encuentra en plena Costa Azahar, en la comarca de la Plana Alta, dentro de la provincia de Castellón de la Plana.

Con en fin de ofrecer una mayor precisión de la localización del municipio, se ofrecen un par de imágenes. Una de la provincia, y otra desde una perspectiva aérea del núcleo urbano.

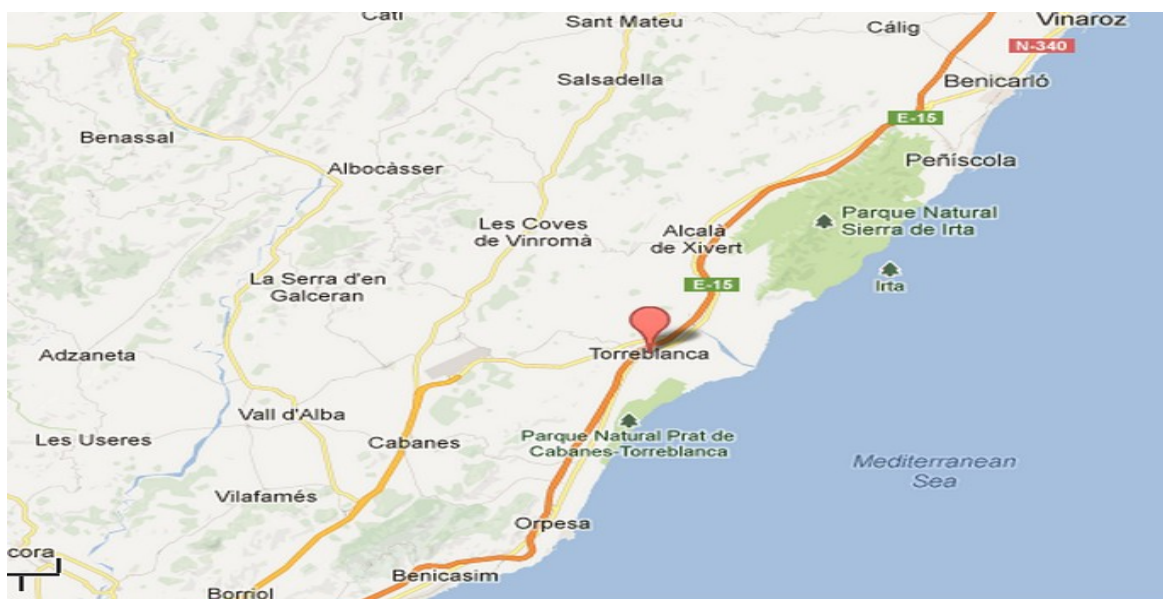


Ilustración 1: Imagen de la situación del municipio en la provincia



Ilustración 2: Imagen del municipio

Una vez conocida la ubicación de la población, se hace necesario conocer las características generales del mismo:

Superficie: 29,8 km²

Altitud: 31 metros

Coordenadas: 40° 13' 14" N, 0° 11' 43" E

Población: 5737 habitantes (publicado por el INE en 2012)

Densidad: 192,52 hab./km²

Distancias: 36 km de Castellón, 100 km de Valencia y 250 km de Barcelona.

Alcalde: Juan Manuel Pereira Persiva.

Otro factor importante a destacar sería que el municipio se basa en dos núcleos urbanos. El primero sería la población denominada Torreblanca a escasos 3 km del mar, y el segundo sería Torrenosta, que pertenece al mismo ayuntamiento pero que está situado en la misma costa.

1.2 Objetivos del proyecto

Los objetivos del proyecto se describen en los siguientes puntos:

- Proveer de acceso a Internet gratuito a la población de Torreblanca para que sus habitantes puedan conectarse de forma inalámbrica.
- Estudiar los aspectos legales y actuar en consecuencia de estos.
- Realizar el proyecto de forma segura, tanto para el usuario final como para la integridad del propio servicio.
- Realizar un estudio de las coberturas y diseñar la red para poder determinar el número de dispositivos necesarios para que se reciba la señal con buena calidad.
- Elección de los equipos adecuados para obtener un óptimo rendimiento al menor coste posible.
- Elaborar una planificación de trabajo para que los puntos anteriores lleguen a buen puerto.

1.3 Planificación

1.3.1 Índice provisional

1. Capítulo 1. Definición del proyecto
 - 1.1 Descripción
 - 1.2 Objetivos del proyecto
 - 1.3 Planificación
2. Capítulo 2. Análisis
 - 2.1 Legislación aplicable

- 2.2 Análisis de viabilidad
- 2.3 Requerimientos de cobertura
- 2.4 Análisis de tecnologías
- 2.5 Análisis económico

3. Capítulo 3. Diseño

- 3.1 Tecnología inalámbrica aplicable
- 3.2 Topología de red
- 3.3 Requerimientos técnicos
- 3.4 Proveedores de Internet

4. Capítulo 4. Implementación

- 4.1 Configuración de la red
- 4.2 Configuración autenticación usuarios
- 4.3 Configuración de reglas Firewall
- 4.4 Pruebas y simulaciones

5. Capítulo 5. Informes

- 5.1 Conclusiones
- 5.2 Memoria económica
- 5.3 Manual de uso
- 5.4 Memoria del proyecto

1.3.2 Cronograma, diagrama de Gantt

▲ TFC - Integración Redes	89 días	mié 27/02/13	dom 30/06/13	
▲ 01 - Planificación TFC	11 días	mié 27/02/13	mié 13/03/13	
0101 - Elección Proyecto	6 días	mié 27/02/13	mié 06/03/13	
0102 - Redacción planificación del trabajo	5 días	jue 07/03/13	mié 13/03/13	3
0103 - Entrega planificación del Trabajo (PAC1)	0 días	mié 13/03/13	mié 13/03/13	
▲ 02 - Análisis	15 días	jue 14/03/13	mié 03/04/13	
0201 - Legislación aplicable	3 días?	jue 14/03/13	lun 18/03/13	
0202 - Analisis de viabilidad	2 días	mar 19/03/13	mié 20/03/13	7
0203 - Requerimientos de cobertura	2 días	jue 21/03/13	vie 22/03/13	8
0204 - Análisis de tecnologías	2 días	lun 25/03/13	mar 26/03/13	9
0205 - Conexiones de red	3 días?	mié 27/03/13	vie 29/03/13	10
0206 - Análisis económico	3 días?	lun 01/04/13	mié 03/04/13	11
▲ 03 - Diseño	15 días	jue 04/04/13	mié 24/04/13	
0301 - Tecnología inalámbrica aplicable	4 días?	jue 04/04/13	mar 09/04/13	12
0302 - Topología de red	5 días?	mié 10/04/13	mar 16/04/13	14
0303 - Requerimientos técnicos	4 días?	mié 17/04/13	lun 22/04/13	15
0304 - Proveedores de Internet	2 días?	mar 23/04/13	mié 24/04/13	16
0305 - Entrega PAC2	0 días	mié 24/04/13	mié 24/04/13	
▲ 04 - Implementación	15 días	jue 25/04/13	mié 15/05/13	
0401 - Configuración de la red	5 días?	mié 24/04/13	mar 30/04/13	18
0402 - Configuración de autenticación de usuarios	3 días?	mié 01/05/13	vie 03/05/13	20
0403 - Configuración de reglas Firewall	3 días?	lun 06/05/13	mié 08/05/13	21
0404 - Simulaciones y pruebas	4 días?	jue 09/05/13	mar 14/05/13	22
▲ 05 - Documentación	10 días	jue 16/05/13	mié 29/05/13	
0501 - Memoria económica	4 días?	mié 15/05/13	lun 20/05/13	23
0502 - Manuales	3 días?	mar 21/05/13	jue 23/05/13	25
0503 - Conclusiones	3 días?	vie 24/05/13	mar 28/05/13	26
0304 - Entrega PAC3	0 días	mié 29/05/13	mié 29/05/13	27
▲ 06 - Cierre del proyecto	17 días	jue 30/05/13	vie 21/06/13	
0601 - Redacción Memoria	12 días	mié 29/05/13	jue 13/06/13	28
Entrega de Memoria	1 día?	vie 14/06/13	vie 14/06/13	30
0602 - Redacción Presentación	5 días?	lun 17/06/13	vie 21/06/13	31
Entrega de Presentación	0 días?	vie 21/06/13	vie 21/06/13	32

Ilustración 3: Diagrama Gantt

2. ANÁLISIS

2.1 Legislación aplicable

2.1.1 Ley General de Telecomunicaciones

Una parte fundamental que no se debe olvidar en cualquier proyecto es la legislación vigente. Por eso, en nuestro caso, es necesario tener en cuenta el documento General de Telecomunicaciones “[Ley 32/2003, de 3 de Noviembre](#)” donde se encuentran referencias sobre la instalación de una red Wifi, por parte de la administración pública, con el objetivo de ofrecer servicios de conexión a Internet a terceros.

Con el objetivo de profundizar un poco más en dicho documento de ley, a continuación se exponen los ocho títulos que lo componen:

- Título I: Indica las definiciones generales y el objetivo de la ley.
- Título II: Explica los principios aplicables a la explotación de redes y prestación de servicios de comunicaciones electrónicas en régimen de libre competencia
- Título III: Define las obligaciones de servicio público y los derechos y obligaciones de carácter público en la explotación de redes y prestación de servicios.
- Título IV: Donde se evalúan los requisitos técnicos que deben cumplir los equipos y aparatos de las instalaciones.
- Título V: Expone la gestión del dominio radioeléctrico.
- Título VI: Cubre las competencias de la administración de las telecomunicaciones
- Título VII: Indica las tasas en materia de las telecomunicaciones.
- Título VIII: Determina las funciones inspectoras y sancionadoras. Donde la Agencia Estatal de Radiocomunicaciones, la comisión del Mercado de las Telecomunicaciones y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, son los encargados de estas funciones.

2.1.2 Legislación de la CMT

En el presente proyecto se hace necesario dirigirse a la [Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones](#) (CMT), ya que es el órgano competente en este caso.

Por lo tanto, la CMT se define cómo el organismo regulador independiente de los mercados en el sector de la telecomunicaciones en España, y donde sus funciones principales son las de supervisión de la obligaciones específicas que han de cumplir los operadores en los mercados de telecomunicaciones, así como fomentar la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales y actuar como medio arbitral en la resolución de los conflictos que surjan entre los operadores.

En consecuencia, se han de tener en cuenta las posibles restricciones del CMT a la hora de implantar un servicio Wifi gratuito. Por eso, consultaremos [la circular 1/2010 de la CMT](#), que es donde se regulan las condiciones que deben cumplir las administraciones públicas para prestar servicio y explotar redes de comunicaciones electrónicas.

A modo de resumen se enumeran las condiciones ha de tener la red según este circular:

- Notificación e inscripción en el registro de la CMT.
- Servicio de acceso limitado a las páginas web de las AA PP
- Las redes Wifi no tendrán cobertura dentro de los edificios y conjunto de edificios de uso residencial.
- La velocidad red-usuario deberá estar limitada a 256 Kbps.
- Tendrán que cumplir las mismas obligaciones que los operadores privados.
- Establecer un modelo de negocio viable desde el punto de vista económico.
- Actuar de conformidad con el principio del inversor privado, sin recurrir a fondos públicos.
- Proceder según los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación

2.1.3 Espectro radioeléctrico

El ministerio de industria es el encargado de gestionar el uso de las distintas bandas de espectro y de la concesión de las respectivas licencias.

En el [Cuadro Nacional de Atribuciones de Frecuencias](#) (CNAF), se pueden ver las notas de Utilización Nacional (UN) donde están todas las especificaciones que marca la ley.

En el caso de este proyecto se ha decidido utilizar bandas libres, ya que de este modo no habrán costes asociados a ninguna licencia.

El siguiente cuadro muestra las características principales de las bandas elegidas y sus respectivas UN:

	UN-85	UN-128
Banda	2400-2483,5 Mhz	5470-5725 Mhz
Potencia	100mW PIRE	Hasta 1W PIRE
Uso	Aplicaciones interiores y exteriores de corto alcance	Aplicaciones interiores y exteriores

2.1.4 Protección de datos

La [Agencia Española de Protección de Datos](#) (AEPD), es el organismo que debe garantizar y proteger todo lo que hace referencia al tratamiento de datos personales, libertades públicas y derechos fundamentales de las personas, cómo son el honor, la privacidad y la intimidad personal.

Por eso, y dado que los usuarios de este proyecto deberán registrarse y facilitar datos de carácter personal, es necesario tener cuenta la AEPD, y más en concreto “[Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal](#)” (LOPD) para ofrecer garantías de seguridad de su información a los usuarios.

2.2 Análisis de viabilidad

Para analizar la viabilidad del proyecto dentro de la población de Torreblanca, se ha tener en

cuenta el número de habitantes y de esta forma descubrir las necesidades de tráfico.

Como ya se ha detallado anteriormente, y según el [Instituto Nacional de Estadística](#) (INE), en el municipio de Torreblanca habían un total de 5737 habitantes en el año 2012 aunque no todos los vecinos de la localidad serán usuarios potenciales de Internet.

Por eso, gracias a la información que nos ofrece el INE podemos hacer un filtrado de la población por edades, y de esta forma seleccionar el rango de edades que más utilice Internet. Se ha elegido la franja de edad que comprende desde los 15 hasta los 69 años, ya que según informes publicados por el [Ministerio de industria, Energía y comercio](#), revelan que el uso de Internet es más elevado en personas jóvenes y que desciende a medida que la edad es mayor. Entonces, tenemos que en dicha franja hay [4148 habitantes](#).

Aunque en el próximo punto explicaremos la localización, podemos adelantar que la red estará compuesta por 5 Hotspots, donde cada uno de ellos será capaz de dar conexión a 100 usuarios a la vez. Es decir, la red permitirá dar acceso a Internet a 500 usuarios de forma simultánea.

Esto supone que la red dará soporte de servicio a un doce por ciento de los usuarios denominados activos, porcentaje que consideramos más que suficiente ya que se está hablando de dar conexión a 500 personas al mismo tiempo.

Otro factor importante para que el proyecto sea viable es el ancho de banda. Como ya se ha explicado, dentro del marco legal aplicable de este proyecto se estipula que la velocidad red-usuario no será mayor de 256 Kbps. Por lo tanto, para ofrecer dicha velocidad a 500 usuarios, es necesario contratar al ISP un servicio al menos de 125 Mbps.

2.3 Requerimientos de cobertura

2.3.1 Zonas de cobertura

El objetivo del presente proyecto es dotar de cobertura wifi en la banda 2.4 GHz para un mayor número de personas. Por consiguiente, se elegirán las zonas públicas del municipio donde se encuentre una densidad más alta de usuarios potenciales.

Las zonas seleccionadas a cubrir serían cinco:

- El campo de fútbol.
- El salón de usos múltiples 'Metropol'.
- El parque municipal.
- La plaza Mayor
- La Ermita del Calvario

Para completar la lista de ubicaciones donde se instalarán los equipos de RF, se añadirá el ayuntamiento como nodo central y lugar de las estaciones base. Por este motivo, se ha tener el cuenta las distancias que hay desde las diferentes zonas wifi con el ayuntamiento:

Zona wifi	Distancia con el ayuntamiento
Campo de fútbol	590 metros
Metropol	200 metros
Parque municipal	270 metros
Plaza Mayor	110 metros
Ermita del Calvario	180 metros

Como se puede apreciar, el campo de fútbol es el lugar más alejado del ayuntamiento. Aún así, esta distancia no será un impedimento para el óptimo funcionamiento de la red, cómo se demostrará más adelante.

Dichas distancias y ubicaciones se pueden apreciar con mayor claridad en la siguiente imagen, resaltando en rojo las zonas wifi y en verde el ayuntamiento:

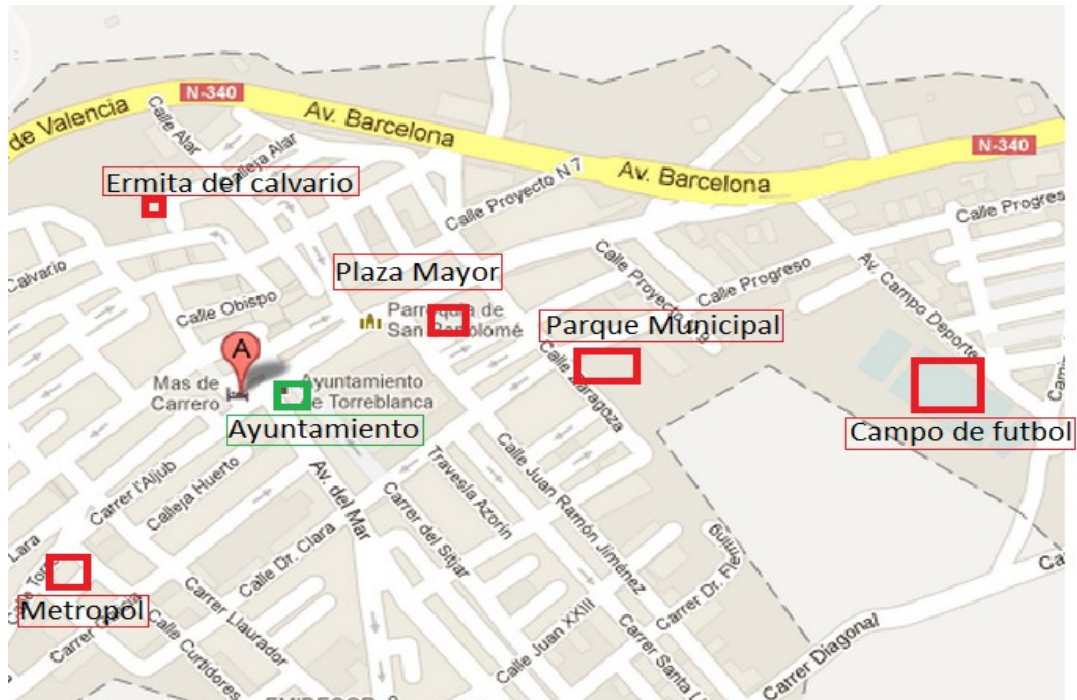


Ilustración 4: Ubicación de los equipos de RF

2.3.2 Estudio teórico de las atenuaciones

Realizar un estudio teórico de las atenuaciones nos puede ser muy útil para ver si el proyecto es factible o para hallar las necesidades a cubrir en el momento que se elijan los dispositivos.

Las mediciones de la atenuación se resolverán por el método de espacio libre, a razón de que las trayectorias entre el nodo central y los puntos de acceso están libres de obstáculos. Esta población carece de edificios altos y tiene una demografía llana, por lo que no se cree necesario realizar los cálculos mediante otro método.

Por otro lado, se hace necesario mencionar que para realizar este cálculo se tomará la frecuencia 2,4 GHz ya que, como se verá más adelante, la tecnología que se utilizará entre los enlaces será la 802.11.

Por lo tanto a continuación se hallarán las atenuaciones de cada punto acceso con el ayuntamiento que es donde se encuentran las BS.

- Atenuación campo de fútbol

λ = longitud de la señal; d = distancia; f = frecuencia; v = velocidad de propagación

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot d}{\lambda}\right)$$

$$d = 590 \text{ m}$$

$$v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$f = 2,4 \text{ GHz} = 2,4 \cdot 10^9$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}$$

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 590}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) = 95,46 = 95 \text{ dB}$$

La atenuación hasta el campo de fútbol será de -95 dB. A esto se le deberá sumar la potencia de transmisión de la BS y la ganancia de las antenas del dispositivo emisor y receptor. Normalmente para que una transmisión funcione correctamente se debe tener como mínimo una atenuación de -70 dB. Así pues, se necesitará una ganancia total de al menos 25 dB para que sea viable el proyecto. Algo que se cumplirá con creces, como se verá más adelante.

- Atenuación Metropol

A partir de ahora, y para no repetir todos los pasos de nuevo, se hará directamente el último cálculo cambiando solamente la distancia. Por lo tanto:

$$d = 200 \text{ m}$$

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 200}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) = 86,06 = 86 \text{ dB}$$

Como es lógico, al haber una distancia menor entre Metropol y el ayuntamiento respecto a la que hay entre este último y el campo de fútbol, la atenuación en este caso es más moderada.

- Atenuación parque

d=270 m

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 270}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) = 88,67 = 89 \text{ dB}$$

Resultado muy similar al obtenido con el Metropol, y por tanto también fácilmente asumible.

-Atenuación Plaza Mayor

d=110

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 110}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) = 80,87 = 81 \text{ dB}$$

Esta es la distancia más corta y así se refleja en el resultado de la atenuación.

-Atenuación Ermita del Calvario

d=180

$$20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot \pi \cdot 180}{\frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}}\right) = 85,15 = 85 \text{ dB}$$

Como conclusión de este estudio de la atenuación, se ha comprobado que las distancias teóricamente son asumibles y que se debe tener en cuenta en la elección de los equipos que obtenga una ganancia superior a los 25 dB.

2.4 Análisis de tecnologías

2.4.1 Tecnologías inalámbricas

El presente proyecto se basa en la conexión a Internet mediante redes inalámbricas. De tal manera que se hace necesario exponer las ventajas y desventajas que aportan este tipo de redes:

Ventajas:

- Movilidad de equipos
- Flexibilidad: Nos permite crear nuevas redes, añadir nuevos a un red o reubicar equipos, sin la necesidad de tener que modificar cableado.
- Fácil instalación: No es necesario hacer obras para tirar cableado por muros.
- Escalabilidad: Cambio de configuración de la red sencillo.
- Fácil mantenimiento y detección de fallas.

Desventajas:

- Área de cobertura limitada.
- Velocidad de comunicación limitada.

Una vez se han expuesto los factores positivos y negativos más significativos de las redes inalámbricas, pasaremos a clasificarlas de acuerdo a la cobertura geográfica. De este modo, los diferentes tipos de redes basados en su radio de alcance serán:

- Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN, Wireless Personal Area Network): Son las redes de computadoras que se utilizan para comunicar distintos dispositivos próximos al punto de acceso, ya que estas, tienen un alcance de pocos metros. En las WPAN se puede destacar el estándar IEEE 802.15, también conocido como Bluetooth.
- Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN, Wireless Local Area Network): Este tipo de red permite la transmisión por medio de ondas de radio con muy buena calidad de emisión para unas distancias teóricas de hasta 100 metros. Las WLANs se pueden considerar como las redes más populares y gracias al estándar IEEE 802.11 (WiFi).
- Redes Inalámbricas de Área Metropolitana (WMAN, Wireless Metropolitan Area NetWork): Este tipo de red tiene un alcance más amplio que el de las redes LAN o PAN, que puede ir desde varios cientos de metros hasta un rango de acción de unos 50 km. En las WMAN el estándar más representativo es el 802.16 (WiMAX).
- Redes Inalámbricas de Área Amplia (WWAN, Wireless Wide Area NetWork): Una red WWAN se puede definir como una colección de LANs dispersadas geográficamente cientos de kilómetros una de otra. Un dispositivo de red llamado

enrutador es capaz de conectar WLANs a una WWAN. Los estándares IEEE 802.20 son los más destacados.

En la siguiente ilustración se observa de forma gráfica los diferentes tipos de Wireless y su alcance:

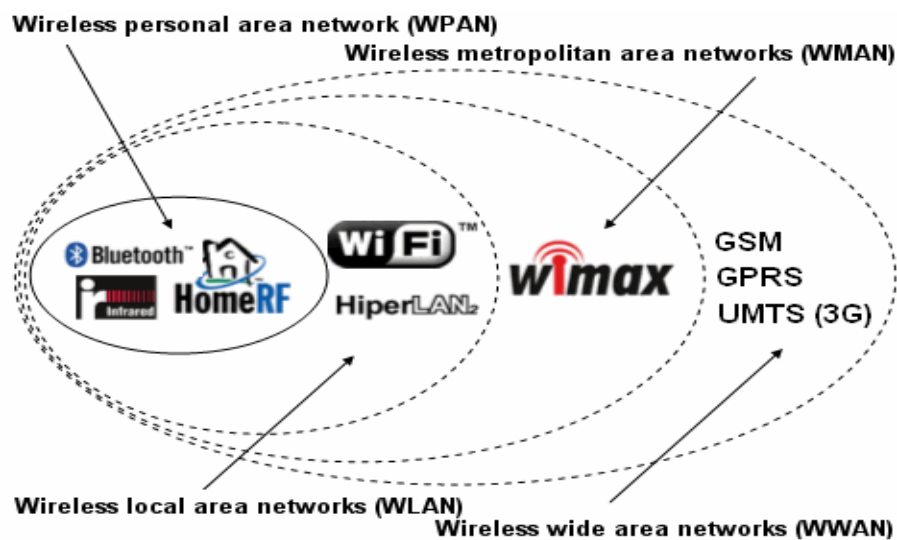


Ilustración 5: Tecnología inalámbrica según su alcance

2.4.2 Estándares inalámbricos

- WiFi (IEEE 802.11)

802.11 son un conjunto de estándares donde la primera versión data de 1997, y que desde entonces ha ido evolucionando hasta la fecha de hoy. Este estándar fue creado por el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electrónicos (IEEE), y definen el uso de los dos niveles inferiores de la capa OSI (capa física y capa enlace) funcionando en un escenario local inalámbrico en las bandas 2,4 y 5 GHz.



Ilustración 6: Logotipo de Wifi

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el dispositivo que se quiera conectar no esté muy lejos del punto de acceso. En la práctica, Wi-Fi admite ordenadores, tablets, smartphones o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados o incluso más al aire libre.

En la siguiente tabla se hace una comparativa de los distintos estándares wifi:

Estándar	Velocidad	Características
802.11	2 Mbps	Fue el primero, creado en 1997. Sin embargo ahora ya no funciona.
802.11a	54 Mbps	Creado en 1999, esta versión funciona en la frecuencia de los 5 GHz esperando encontrar menos interferencia con dispositivos como teléfonos inalámbricos que usan la frecuencia de 2.4 GHz.
802.11b	11 Mbps	También fue creado en 1999, pero usando la frecuencia 2.4 GHz.
802.11g	54 Mbps	Se creó en el 2003 usando la banda de 2.4 GHz. Este estándar fue aceptado ampliamente e incluso sigue

		siendo utilizado hasta la fecha.
802.11n	300 Mbps	Es el estándar mas reciente, lanzado en el 2009, funciona en ambas bandas 2.4 y 5 GHz.

Por último, cabe mencionar los problemas de compatibilidad que pueden surgir entre los diferentes tipo de estándares wifi, ya que es algo bastante frecuente. Para que estos sean compatibles, deben coincidir en la misma banda de frecuencia. Es decir, el estándar 802.11a con frecuencia de 5 GHz no será compatible con el 802.11g con frecuencia 2.4 GHz. Sin embargo, estos sí serán compatibles con el 802.11n que utiliza tanto la frecuencia de 2.4 GHz, cómo la de 5 GHz.

- **WiMax (IEEE 802.16)**

El protocolo 802.16 es una tecnología de banda ancha que permite la recepción de datos mediante microondas y la retransmisión mediante ondas de radio. Esto permite llevar las comunicaciones a núcleos de población relativamente pequeños y aislados con unos costos relativamente económicos, núcleos a los que la telefonía tradicional (por cable) tiene difícil acceso.



Ilustración 7: Logotipo Wimax

Para entender mejor la importancia de este estándar, a continuación se exponen sus características:

- Acceso bidireccional
- Multiplexación de la información: La técnica más utilizada es OFDM, que permite la transmisión simultánea de señales portadoras múltiples por aire en diversas frecuencias.
- Tasa de transmisión de hasta 70 Mbps
- Soporte para antenas inteligentes: Estas proporcionan beneficios de ganancia y capacidad en comparación con las antenas tradicionales.
- Topologías: Punto a punto, punto a multipunto, multipunto a multipunto,

metropolitanas y mesh.

- Opera con bandas con y sin licencia
- Alcance de hasta 50 Km con línea de visión directa.
- Calidad de servicio (QoS): El QoS permite garantizar una operación NLOS sin la distorsión severa de la señal debido a la existencia de edificios o las condiciones del tiempo. Permite soportar también multitud de servicios de forma simultánea.
- Seguridad: Incluye medidas para privacidad y criptografía que la convierten en una comunicación fiable y segura.

Actualmente se recogen dentro del estándar 802.16. Existen dos variantes:

- Wimax fijo (802.16d): No permite movilidad a los usuarios, ya que estos obtienen la cobertura desde una estación base. Y en consecuencia, fuera de este rango no se ofrece ningún servicio. En el acceso fijo, las velocidades teóricas máximas que se pueden obtener son de 70 Mbit/s con un ancho de banda de 20 MHz.
- Wimax (802.16e): Permite el desplazamiento del usuario de un modo similar al que se puede dar en GSM/UMTS, y puesto que la tendencia es unificar la telefonía móvil y las redes de datos, WiMAX móvil se ve en la necesidad de competir con LTE por ser la tecnología 4G predominante. Es importante también resaltar que esta versión tiene mejoras de seguridad y de optimización de energía, permitiendo disminuir el tamaño de los terminales móviles.

2.4.3 Tipos de antenas

Aunque existen diferentes modelos de antenas, todas elaboran una función de emisor-receptor de una señal de radio. Sin embargo, podremos distinguir las antenas principalmente en 3 tipos: direccionales, omnidireccionales y sectoriales.

- Direccionales

Este tipo de antenas también conocidas como unidireccional o directiva, tienen la particular característica de concentrar su mayor densidad de radiación de manera localizada. Actuando así con un haz estrecho y de larga distancia, parecido al efecto de luz de una linterna. Esto le permite aumentar la potencia de emitida hacia el receptor y evitar interferencias, pero también fuera de la zona de cobertura no se “escucha” nada y no se puede establecer comunicación entre los interlocutores. Es por eso, que el direccionamiento de este tipo de antena es más

complejo.



Ilustración 8: Antena direccional

- Omnidireccionales

Son el tipo de antena que presenta una densidad de radiación en todas las direcciones, es decir en los 360° , pero de corto alcance. Para entender mejor la manera de proceder de este tipo de antena, se podría hacer el símil de una bombilla. Esta emite luz hacia todas direcciones pero tiene un menor alcance que la de un foco. Por lo tanto, este tipo de antena no necesita orientación y son idóneas para transmitir a varios receptores o receptores móviles. Sin embargo, tienen una ganancia menor que las directivas que no le permiten hacer comunicaciones con dispositivos que estén a larga distancia.



Ilustración 9: Antena omnidireccional

- Sectoriales

Las antenas sectoriales vendrían a ser un punto intermedio entre las direccionales y las omnidireccionales, es decir, se podrían comparar al efecto que hace una luz de un foco de gran apertura. Su haz principal es más ancho que en las antenas direccionales, entre 90° y 120° , aunque tienen una ganancia inferior a estas. Lo contrario ocurre si se comparan con las antenas omnidireccionales, tienen más ganancia que estas, pero su espectro de radiación es menor. También cabe destacar las que las antenas sectoriales suelen ser el tipo de antena más

costosas económicamente.



Ilustración 10: Antenas sectoriales

2.5 Conexiones de red

En redes podemos distinguir dos tipos de conexión según su tipología: punto a punto y punto a múltipunto.

- Conexión punto a punto

Son aquellas con un tipo de arquitectura de red que se utilizan únicamente para comunicar dos nodos distantes. Estas redes, aunque son relativamente fáciles de instalar y operar, a medida que crecen se vuelven más difíciles de coordinar y operar. Su eficiencia decrece rápidamente a medida que la cantidad de dispositivos en la red aumenta.

Para este tipo de conexión se utilizan antenas direccionales.



Ilustración 11: Conexión punto a punto

-Conexión punto a múltipunto

Son aquellas en las que existe una ubicación central que se comunica con diferentes puntos remotos. Normalmente, la conexión solamente transcurre de la ubicación central hacia las múltiples ubicaciones, es decir, los puntos remotos no tendrán comunicación entre ellos.

Para este tipo de conexión se utilizan antenas exteriores omnidireccionales centrales y direccionales en cada uno de los nodos exteriores.

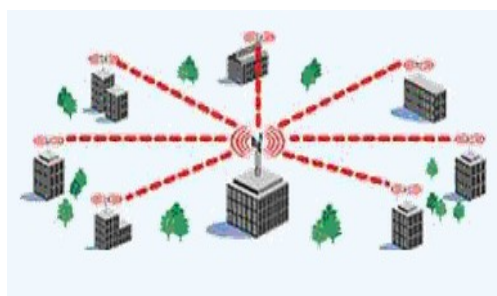


Ilustración 12: Conexión punto a multipunto

2.6 Análisis económico

En la actual situación económica del país, se hace necesario buscar fórmulas para que este proyecto sea sostenible en el tiempo. Sin olvidar ofrecer un servicio de calidad que permita que este proyecto sea útil para la población de Torreblanca.

Por un lado, tenemos el gasto que supondrá realizar el trabajo de implantación. Por eso, y aunque hasta el momento aún no se han expuesto los costes derivados de los equipos necesarios, es evidente que estos costes los hará frente el ayuntamiento. Seguramente, este importe esté ya reflejado en el presupuesto anual del mismo.

Por otro lado tendremos los costes de mantenimiento del servicio. Es evidente que habrán unos gastos fijos relacionados con el pago a proveedores de Internet para que suministren el servicio, y otros gastos esporádicos ocasionados por posibles averías que surjan al largo del tiempo. Para hacer frente a estos costes, se deberán buscar soluciones que no supongan un gran sacrificio para los habitantes del pueblo, cómo por ejemplo un pequeño un impuesto que sea razonable.

Por último, cabe volver a remarcar que unos de los principales objetivos de este proyecto es buscar la manera de realizarlo con el presupuesto más ajustado posible sin que ello perjudique el buen funcionamiento y calidad del servicio.

3. DISEÑO

3.1 Tecnología inalámbrica elegida

Cómo se ha citado anteriormente, uno de los objetivos del proyecto es tener en cuenta los costes pero sin que afecte a la calidad del mismo. Por eso, se han elegido equipos con contrastada experiencia en tecnologías inalámbricas y dentro de una relación calidad/precio razonable.

En un principio se pensó en la elección de equipos con tecnología Wimax para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, dado que las distancias a cubrir entre los enlaces del ayuntamiento y los distintos emplazamientos no superan los 590 metros en el peor de los casos, se empezó a buscar equipos que trabajen con el estándar 802.11. Y de este modo, reducir los gastos totales del proyecto sin afectar a la calidad del mismo. Cumpliendo así uno de los principales objetivos marcados inicialmente.

3.1.1 Estación base

Para la estación base (BS) se ha elegido el modelo **Rocket M2** de la marca Ubiquiti Networks. Esta marca ofrece equipos robustos, con un diseño impresionante y una fiabilidad avalada por los expertos del sector de las comunicaciones inalámbricas, y además con precios muy competitivos. Esto nos permitirá reducir la inversión total del proyecto sin renunciar a la calidad del mismo.

Cabe mencionar que este dispositivo es capaz de operar en frecuencias libres de 2,4 Ghz evitando así pagar bandas licenciadas, ofreciendo calidad de servicio (QoS) Wifi y ofreciendo la posibilidad de agregar una antena exterior.

Así mismo, es una estación totalmente integrada en una caja compacta preparada para el exterior con la intención de ser instalada en azoteas , postes de la calle y torres de comunicación.



Ilustración 13: Estación base Rocket M2

La estación Rocket M2 dispone de una parte radio MIMO 2x2 que ofrece una mejora en la recepción. Se caracteriza por su gran alcance de hasta 50 km y una velocidad TCP/IP de 150 Mbbps reales. Además esta diseñado para realizar enlaces en exterior de punto a punto y punto a múltipunto.

Aunque en el anexo se pueden ver las especificaciones técnicas del producto, se adjunta la siguiente tabla a modo resumen:

Procesador	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Potencia Transmisión	28 dBm
Memoria	64MB SDRAM, 8MB Flash
Puertos de red	1 Auto-sensing 10/100 Ethernet 2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface
Condiciones ambientales	Temperatura: de -30°C hasta +75°C

	Humedad: 5%-95%
Alimentación	Continua (48V) y alterna (110/220)

Hay que mencionar que no todas las antenas son compatibles con esta BS, sino que hay que elegir entre una serie de modelos de la marca Ubiquiti. La instalación de estas antenas con la estación base no requiere ninguna herramienta especial, es muy sencillo, simplemente hay que deslizarlo en el kit de montaje suministrado junto con las antenas.

Por lo tanto la antena que se conectará a la BS será el modelo direccional Ubiquiti Rocketdish 2G24.



Y su características principales son:

- Polarización dual
- Ganancia de 24 dBi
- 2 conectores SMA inverso macho (se conecta directamente a la BS)
- Rango de frecuencia 2.41 – 2.462
- Apertura de 60°

3.1.2 CPE

El modelo de dispositivo elegido como equipo local de cliente o CPE, es el **NanoStation M2** de Ubiquiti Networks.

Esta CPE está preparada para estar a la intemperie con un aislamiento compacto que permite resistir condiciones climatológicas adversas y que además ofrece un espectacular rendimiento de 150 Mbps de velocidad real en hasta 15 Km de alcance. Con la tecnología MIMO 2x2 crea nuevos vínculos con más rapidez y a una distancia superior.



Ilustración 14: CPE NanoStation M2

Aunque en los anexos se podrán ver todas las especificaciones, a continuación se destacan las principales características de este CPE:

Frecuencia trabajo	2412MHz-2462MHz
Potencia Transmisión	Hasta 28dBm
Ganancia antena	10 dBi
Puertos de red	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface
Condiciones ambientales	-30°C hasta +80°C

3.1.3 Puntos de acceso Wifi

Para este cometido se ha elegido el equipo **UNIFI AP OUTDOOR** también de la marca Ubiquiti. Este dispositivo es capaz de trabajar a velocidades de 300 Mbps y a una distancia cercana a los 180 metros. Está compuesto de dos antenas externas omnidireccionales de 6 dBi cada una y tiene una potencia de transmisión de 27 dBm. Otra función importante que permite este AP es la posibilidad de regular la velocidad de los usuarios, que como ya se ha explicado anteriormente, deberemos aplicar un límite de 256 Kbps.



Ilustración 15: Punto de acceso UNIFI AP OUTDOOR

El sistema está totalmente reforzado para su colocación en exteriores a prueba de condiciones meteorológicas adversas, posibilitando así su instalación en casi cualquier zona. Solo necesitará ser conectado a través de PoE, ya que comparte alimentación y datos en un único cable Ethernet al dispositivo. Además de su fácil instalación, ofrece un alto rendimiento y amplias características de de seguridad QoS y calidad.

3.1.4 Router

En el proyecto se utilizará un router que será el encargado de encaminar todo el tráfico de la red hacia Internet. Para este cometido se utilizarán los routers proporcionados por el ISP, en el punto 3.4 de este documento se explicará con más detalle.

3.1.5 Switch

Este dispositivo permite establecer conexiones paralelas dedicadas en redes LAN. También se les conoce como "hubs inteligentes", ya que filtran o remiten paquetes basándose en sus direcciones fuente y destino. Además, aumentan el rendimiento de la red al permitir solo el tráfico esencial en cada segmento.

El modelo de switch elegido es un Cisco Catalyst 2960S-24PS-L (WS-C2960S-24PS-L) y sus principales características son:

- Switching de nivel 2 con servicios inteligentes de nivel 2 hasta 4 (capacidad máx.: 32 Gbps)
- 24 puertos Gigabit Ethernet 10/10/100/1000
- 4 puertos SFP Gigabit Ethernet
- Tecnología Cisco FlexStack Software Lan LBase para calidad de servicio, seguridad y disponibilidad
- Cisco EnergyWise Technology (innovadora gestión energética en toda la empresa)



Ilustración 16: Switch Cisco Catalyst 2960S-24PS-L

3.1.6 Firewall

La función del firewall será permitir o denegar la transmisión entre redes mediante una reglas predefinidas. Estas políticas de seguridad se establecerán principalmente en puertos y protocolos.

El modelo **Dlink DFL-2500** es el firewall elegido para este proyecto. Este aparato es capaz

de hacer frente a todos los problemas relacionados con la seguridad de los entornos de red, hackers, virus y confidencialidad de los datos. Todos los firewalls de esta familia garantizan una elevada compensación por las inversiones realizadas, dado que ofrecen potentes soluciones de seguridad, flexibilidad de configuración y niveles máximos de protección de la red.

Sin embargo, la principal característica por la que se ha elegido este equipo es que tiene la funcionalidad integrada de equilibrio de carga de trabajo (balanceador de anchos de banda). Esta singularidad será muy importante en el diseño de la red.



Ilustración 17: Firewall + Balanceador DLink DFL 2500

Al igual que los equipos anteriores, destacaremos las principales características:

- 8 puertos Gigabit Ethernet configurables por el usuario.
- Firewall integrado/aplicaciones VPN.
- Seguridad proactiva de la red.
- Optimización de la eficiencia/utilización de la red.
- Interfaces Ethernet/Gigabit configurables por el usuario.
- Potentes funcionalidades de encriptación de los datos firewall y VPN.

3.1.7 Servidores

En esta red se necesitarán un total de 4 servidores para el software de gestión de los equipos Wimax y Wifi, para servicios de DHCP (encargado de distribuir direcciones IP en una red),

servicios DNS (encargado de asociar nombre a IP's) y RADIUS (autenticación AAA).

Estos servidores trabajarán en dos grupos de forma redundante para asegurar su funcionamiento de la red en caso de fallo. Por los tanto se distribuirá un grupo de dos servidores para los servicios de DHCP, DNS y RADIUS, y otro para la gestión del software Wimax y Wifi.

El equipo seleccionado para realizar estas tareas será el Dell PowerEdge R410 en forma de rack 19 pulgadas para ser instalado en armario, y se instalará el sistema operativo SO Ubuntu Server 12.04 LTS.



Ilustración 18: Servidor Dell PowerEdge R410

3.1.8 Otros dispositivos

- **Mástiles de sujeción:** Serán necesarios para la instalación de las antenas, estos no superarán los 2 metros de longitud.

- **Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI):** Este dispositivo proporciona alimentación a la red en caso de fallo de suministro. Además mejoran la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión.

El modelo elegido es el Liebert GXT3 On-line 5000v. Este equipo es más que suficiente para el consumo de los equipos que se instalarán en el ayuntamiento, ya que tiene una capacidad de 5000V. Esta diseñado para el montaje en rack y en torre.



Ilustración 19: SAI

- **Armario rack:** Se necesitará un bastidor para alojar todos los equipos de red, y que se ubicará en el ayuntamiento. Se eligió un rack de 19" con capacidad para 25 unidades y que además es insonorizado.



Ilustración 20: Rack 25U

3.2 Topología de red

El tipo de topología que se utilizará en el presente proyecto es punto a punto (PtP), donde en el ayuntamiento estarán ubicadas las estaciones base que darán servicio a los diferentes lugares de conexión que han descrito anteriormente: campo de fútbol, parque municipal, Plaza Mayor, salón de usos múltiples Metropól y Ermita Calvario. La BS deberá tener buena visibilidad con resto de instalaciones para evitar posibles atenuaciones o interferencias que perjudiquen al rendimiento de las mismas.

Por lo tanto, la red global constará de dos niveles:

Nivel 1 (distribución): Este nivel es el que define la conexión del nodo central con los diferentes puntos de acceso, utilizando la tecnología de transmisión 802.11 en la banda 2.4 GHz en modo PtP con una BS para cada enlace con la plaza mayor, el metropól y la ermita el calvario. Una BS en modo PmP con el campo de fútbol y el parque

Nivel 2 (acceso): Este nivel será el encargado de ofrecer cobertura a los usuarios. Usará la tecnología Wifi tipo 802.11 b/g en la banda 2.4 GHz compatible con casi todos los dispositivos actuales con capacidad de conexión inalámbrica.

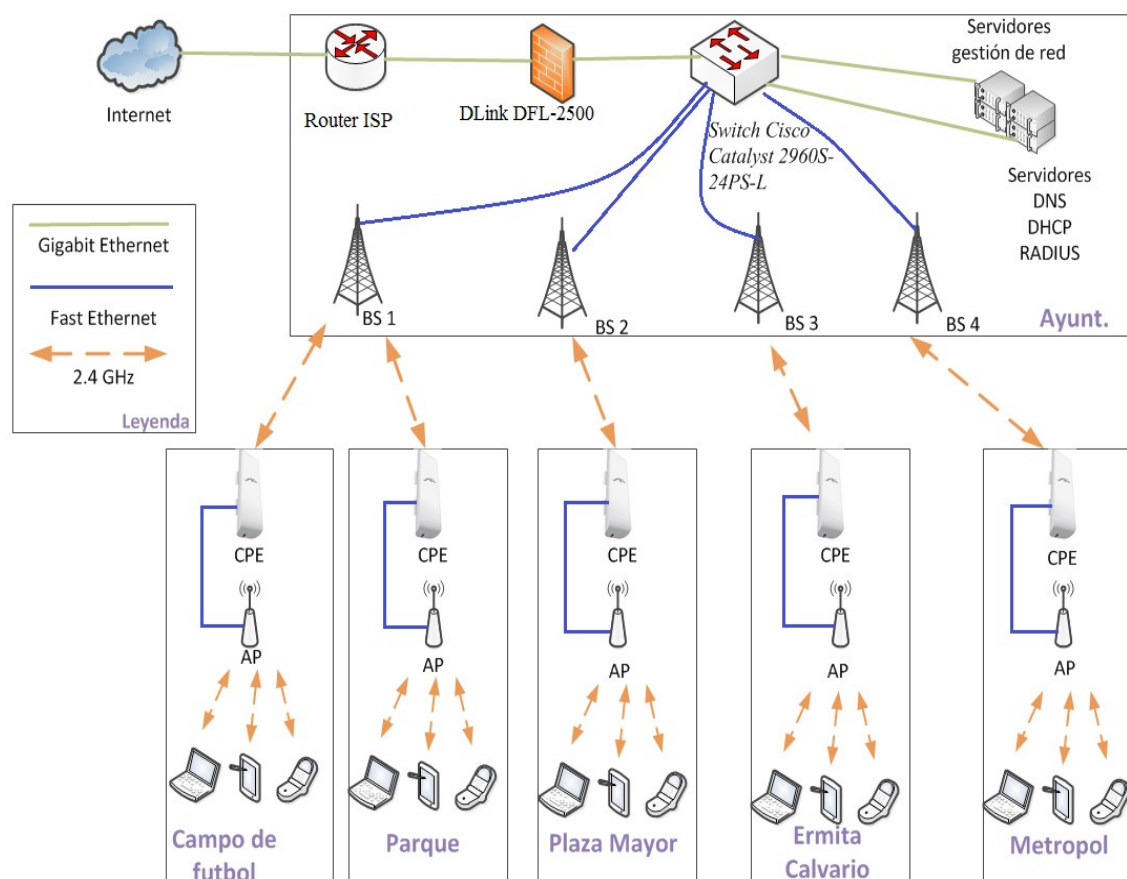


Ilustración 21: Esquema de red

Cabe destacar el tipo de cableado elegido para los diferentes componentes de la red. Como se aprecia en la ilustración, para conectar el ISP, el router, firewall, switch y servidores se ha elegido el cableado estructurado Gigabit Ethernet a 1000 Mbps, que alcanza frecuencias de hasta 250 Mhz en cada par.

Por otro lado tendremos las conexiones del switch con las diferentes BS que usarán cables Fast Ethernet. Este cableado trabaja hasta una velocidad de 100 Mbps, más que suficiente para soportar 200 usuarios simultáneos como máximo por BS. Es decir, contando que cada usuario tiene limitada la velocidad a 256 Kbps, 200 usuarios a la vez supondrían 50 Mbps en cada BS, la mitad de lo que soporta el Fast Ethernet.

A continuación se muestran fotografías de las zonas seleccionadas a cubrir y se señalizan el lugar donde se instalarán los dispositivos:

- Ayuntamiento:



Como sabemos, aquí estará el nodo central que dará servicio a las diferentes zonas con puntos de acceso.

Este edificio es uno de los más altos de la población y en una zona céntrica, por lo que se convierte en un punto ideal para la transmisión por visión directa. Además los equipos se montarán en un mástil elevando aún más la altura.

El punto en color rojo que se observa en la fotografía, será el lugar donde se instalen las BS con sus respectivas antenas.

- Campo de fútbol:



Es el lugar más alejado del nodo central, aunque no tendrá problemas de servicio.

El círculo rojo indica donde estará instalado el Hotspot. En esta ocasión se ha optado por colocarlo en lo alto del edificio del gimnasio municipal por dos razones: Primero porque de este modo habrá más altura, facilitando así la transmisión por visión directa. Segundo porque junto al gimnasio se encuentra también la piscina municipal, pudiendo abastecer así los 3 lugares que se encuentran pegados entre si.

- Parque:



El parque es una zona muy habitada por padres con sus hijos diariamente.

En el centro del mismo hay un poste de gran longitud, comparable en altura con el edificio amarillo que se observa en la imagen. Por tanto estaríamos hablando de por lo menos 6 o 7 de alto. Lugar idóneo para instalar un punto de acceso.

- Metropol:



El salón de usos múltiples 'Metropol', se encuentra cerca del ayuntamiento, a solo unos 200 metros y tiene una altura considerable. Esto supondrá una conexión limpia, libre de obstáculos.

El Hotspot se situará a lo alto del edificio como se aprecia en la imagen.

- Plaza Mayor:



Es el punto de acceso más próximo a la BS. Además esta plaza esta localizada junto a la parroquia de San Bartolomé, lugar donde se montará el dispositivo que de acceso a Internet a los usuarios que se encuentren en la Plaza Mayor.

El punto rojo señala el lugar donde se ubicará el equipo.

- Ermita del Calvario



Este emplazamiento se encuentra sin duda en la parte más alta de la población. Torreblanca es totalmente llana excepto en la zona de la Ermita del Calvario, que tiene un poco más de altitud. Esta característica facilitará la visión con la BS del ayuntamiento.

Al igual que las otras zonas a cubrir, el Hotspot se encontrará en lo alto del edificio.

3.3 Requerimientos técnicos

3.3.1 Requerimientos de conexión de las BS

Como sabemos en el ayuntamiento se alojan las 4 estaciones base del presente proyecto, pero también es necesario señalar los conectores necesarios para su correcto funcionamiento.

Estas BS solamente necesitarán un cable con conectores RJ14 para la conexión de datos y un PoE para la alimentación eléctrica.

Por lo tanto, deberán subirse al tejado del ayuntamiento un cable cat.5e a cada estación base, teniendo en cuenta que estos no superen los 100 metros de longitud, ya que provocaría caídas de tensión en los PoE y un mal funcionamiento en Ethernet.

En la siguiente ilustración se puede observar como irán conectadas las BS, con los adaptadores PoE y al switch:

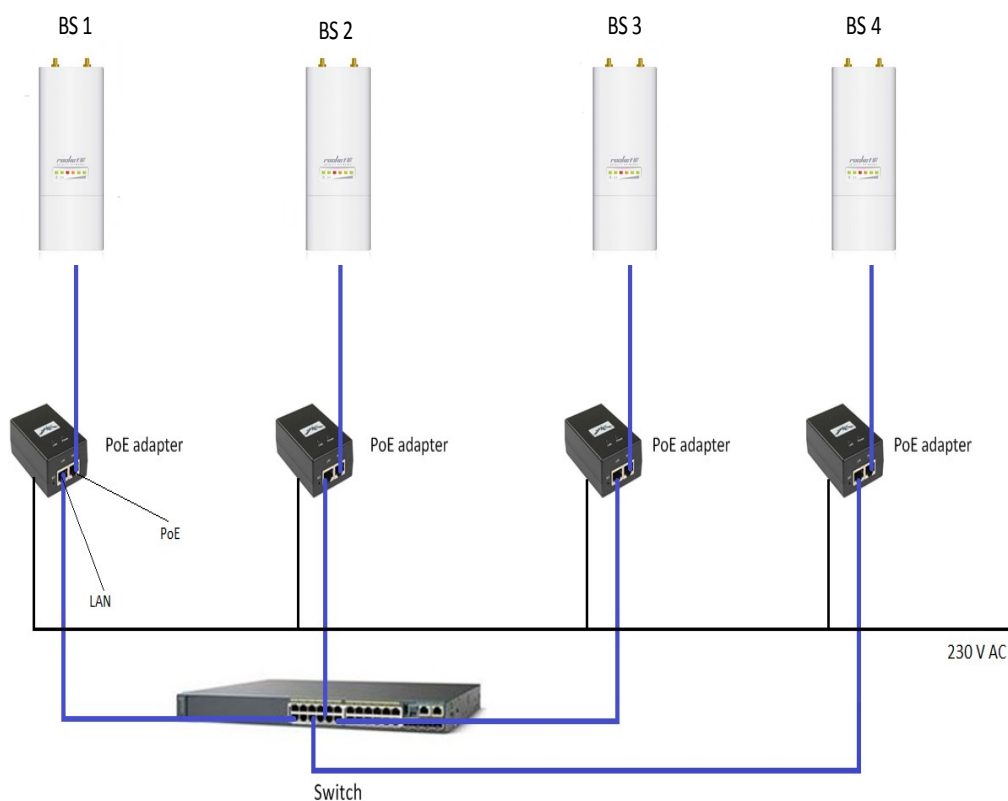


Ilustración 22: Interconexión elementos estación base

No hay que olvidar la instalación de la antena que se usará en cada estación base. Como se puede ver en las siguientes imágenes, la BS no requiere herramientas especiales, simplemente se debe encajar en el soporte proporcionado por la antena. Además la antena se fijará en un mástil:

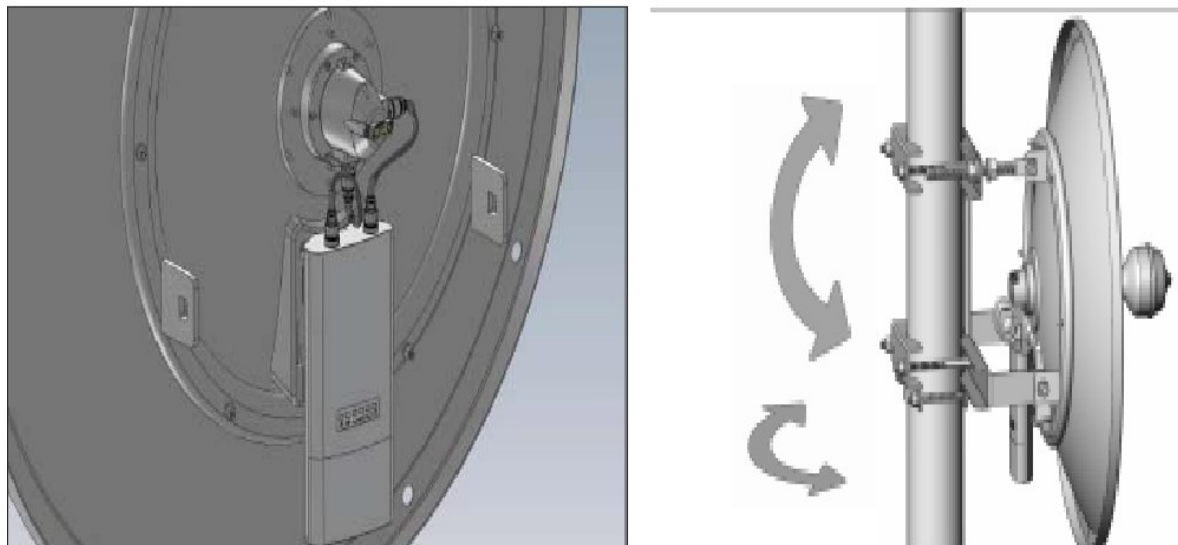


Ilustración 23: Instalación antena

3.3.2 Requerimientos interconexión de dispositivos CPE/AP

El modelo elegido para CPE NanoStation M2 , como ya se ha comentado, será el que reciba la señal de la estación base, y a su vez, irá conectado al punto de acceso UNIFI AP OUTDOOR. Por este motivo, se hace necesario indicar como están conectados entre ellos y como se les proporciona alimentación.

Así pues, es necesario que en las distintas ubicaciones donde se encuentren los dispositivos CPE/AP, exista una fuente de alimentación de 230 VAC a una distancia no superior a los 100 metros.

En la siguiente imagen se observa la conexión entre CPE y AP:

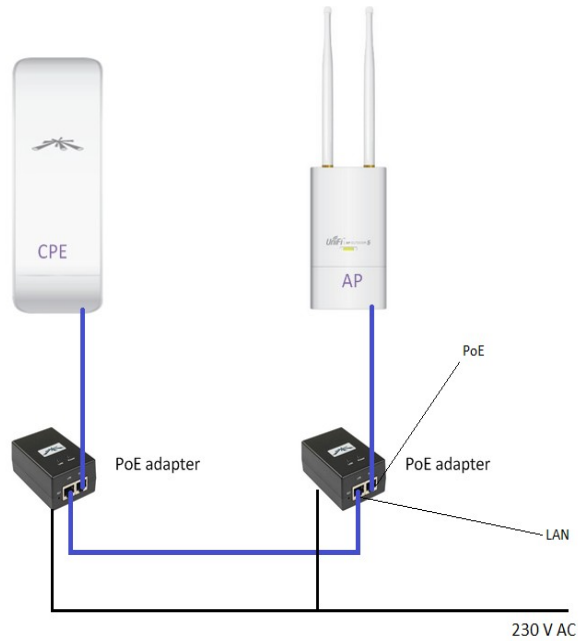


Ilustración 24: Conexión entre CPE y AP

3.3.3 Orientación de las estaciones base

En la orientación de las BS hay que tener en cuenta también la apertura de las antenas que llevan exteriores elegidas. En las características técnicas de las mismas podemos ver que la ganancia de la antena es de 24 dBi y que tiene una apertura de 60°.

Por tanto la distribución sería la siguiente:

Estación base 1: Dará cobertura a las zonas del parque y campo de fútbol.

Estación base 2: Dará cobertura a la zona de la Plaza mayor

Estación base 3: Dará cobertura a la zona del calvario. .

Estación base 4: Dará cobertura a la zona del Metropol.

En la siguiente imagen se puede ver las coberturas de cada BS:



Ilustración 25: Zona coberturas de las BS

3.4 Proveedores de Internet

Se ha obtenido información sobre el actual proveedor de Internet implantado en el ayuntamiento, siendo Movistar la compañía contratada. Así como el presente paquete contratado y la velocidad, que es de 10 Mbps.

Es importante resaltar que a día de hoy en Torreblanca esta velocidad es la máxima que se puede contratar, y que aún no está instalada la infraestructura de fibra óptica. Por lo que sus habitantes no pueden contratar Internet con compañías como Ono.

Por eso, se debe descartar la implantación de un proveedor de fibra óptica, que lógicamente sería la mejor opción en cuanto a velocidad, calidad y precio. Con esta premisa, y aunque el ayuntamiento será finalmente el que elija el proveedor, se cree que la mejor opción sería el ADSL Empresa de Movistar.

Por otro lado, para conseguir el ancho de banda necesario para un correcto funcionamiento

de la red, se ha determinado la siguiente configuración:

- 13 x líneas ADSL Movistar Empresa 10Mbps/820Kbps, con lo que se obtiene 130 Mbps de bajada y 10.6 Mbps de subida.

De este modo se cumplen los requisitos de ancho de banda para 500 usuarios conectados de forma simultánea, que como ya se explicó anteriormente, era necesario la contratación de un ISP con un servicio de 125 Mbps para abastecer este numero de personas a la vez.

Por otro lado para controlar de forma más equitativa todas estas líneas, se necesitará un balanceador de carga ADSL. El Firewall elegido para este proyecto también posee esta funcionalidad. Así pues, en la siguiente imagen se muestra diseño de la conexión ADSL en el ayuntamiento:

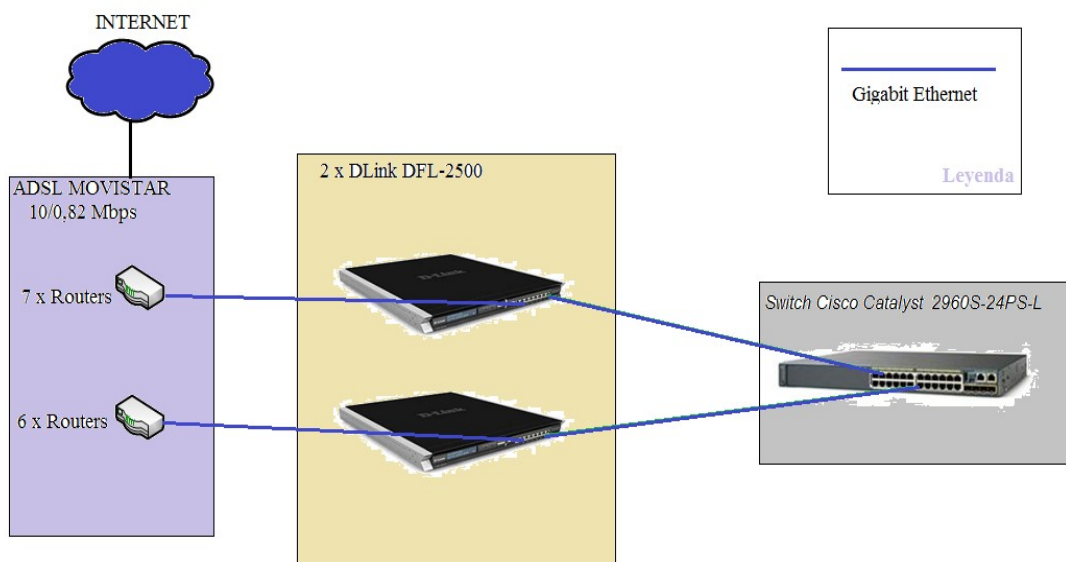


Ilustración 26: Conexión ADSL

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Configuración de la red

A la hora de configurar la red se deberá tener en cuenta:

- **El direccionamiento IP de la red:** Se hará mediante VLANs para crear redes lógicamente independientes
- **Modo de funcionamiento de las antenas:** Este puede variar según el número de antenas que hayan en ambos extremos.
- **Autenticación de usuarios:** Es necesario buscar un método de autenticación seguro y adecuado al presente proyecto.

4.1.1 Direccionamiento de red

Como se ha comentado el direccionamiento consistirá en VLANs. Estas se definen como una red de área local que agrupa un conjunto de equipos de manera lógica y no física. Es decir, la comunicación entre los equipos de un red local está regida por la arquitectura física, y gracias a las VLANs, es posible superar limitaciones físicas mediante una segmentación lógica basada en el agrupamiento de equipos según determinados criterios. Sus principales ventajas son:

- Mayor seguridad gracias a que la información se encapsula en un nivel adicional.
- Flexibilidad para trasladar y agregar estaciones de trabajo en la LAN.
- Facilita los posibles cambios de configuración de la LAN.
- Mayor control del tráfico de la red.

El proyecto constará de dos VLANs:

- VLAN 1: Gestión de red.

Esta VLAN se usará para la gestión de la red, por eso será la encargada de agrupar de forma lógica los diferentes dispositivos que se encuentran en el ayuntamiento y los diferentes emplazamientos wifi elegidos.

A la hora de elegir la clase de direccionamiento (clase A, B o C), se debe tener en cuenta el número de direcciones requeridas, en este caso, cada dispositivo de la red supondrá una. Por eso, se ha elegido una dirección privada de clase C con una máscara con capacidad para 254 equipos de red: 192.168.1.0/20.

En la siguiente tabla se indica el direccionamiento de la VLAN1:

Lugar	Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	VLAN Id
Ayuntamiento	Router		ISP	
Ayuntamiento	Firewall	IF0/0	192.168.1.10/24	1
		IF0/1	192.168.1.11/24	1
Ayuntamiento	Firewall	IF0/0	192.168.1.12/24	1
		IF0/1	192.168.1.13/24	1
Ayuntamiento	Switch		192.168.1.20/24	1
Ayuntamiento	Servidor		192.168.1.30/24	1
Ayuntamiento	Servidor		192.168.1.31/24	1
Ayuntamiento	Servidor		192.168.1.32/24	1
Ayuntamiento	Servidor		192.168.1.33/24	1
Ayuntamiento	BS1		192.168.1.100/24	1
Ayuntamiento	BS2		192.168.1.101/24	1
Ayuntamiento	BS3		192.168.1.102/24	1
Ayuntamiento	BS4		192.168.1.103/24	1
Campo de fútbol	CPE		192.168.1.110/24	1
Metropol	CPE		192.168.1.111/24	1
Parque	CPE		192.168.1.112/24	1
Plaza Mayor	CPE		192.168.1.113/24	1
Ermita Calvario	CPE		192.168.1.114/24	1
Campo de fútbol	AP		192.168.1.120/24	1
Metropol	AP		192.168.1.121/24	1
Parque	AP		192.168.1.122/24	1
Plaza Mayor	AP		192.168.1.123/24	1
Ermita Calvario	AP		192.168.1.124/24	1

- VLAN 2: Usuarios de red.

Esta VLAN está destinada a asignar las direcciones mediante DHCP a los usuarios que se conectarán en los Hotspots. En este caso se hace uso de una clase de direccionamiento B con una máscara de capacidad para 4096 usuarios: 172.16.0.0/20.

En la siguiente tabla se indica el direccionamiento de la VLAN2:

Dispositivo	Dirección IP	VLAN Id
Router	172.16.0.1/20	20
Clientes DHCP	172.16.0.2...172.16.15.254	

4.1.2 Funcionamiento antenas

Una de las configuraciones que se deben prestar atención son las relacionadas con las antenas, ya que es fundamental en el caso de las conexiones inalámbricas. Por eso, primero empezaremos explicando de manera breve las diferentes configuraciones posibles:

- SISO

Este modelo significa “una sola entrada, salida única”, es decir, tanto el transmisor (TX) como el receptor (RX) tienen una única antena, y la transmisión de datos se realiza mediante una sola frecuencia de radio (RF) de la cadena de señal.



Ilustración 27: Modelo SISO

- SIMO

“Una sola entrada, salida múltiple”, en este caso el sistema transmisor tiene una antena y en el lado del receptor hay múltiples antenas.



Ilustración 28: Modelo SIMO

- MISO

El sistema de “entrada múltiple, salida única”, es al revés que el anterior. En el transmisor habrán varias antenas, cada una con su respectiva RF, y en el receptor solamente habrá una antena.



Ilustración 29: Modelo MISO

-MIMO

“Múltiple entrada, múltiple salida”, este sistema trabaja con la misma cantidad de antenas tanto en el transmisor y el receptor en un punto-a-punto (PTP). Este enlace es capaz de multiplicar el rendimiento del sistema linealmente con cada antena adicional.



Ilustración 30: Modelo MIMO

Por lo tanto, en el presente proyecto se configurarán las antenas de las estaciones base en función de las características de la red. Es decir, la estación base que da cobertura al campo de fútbol y al parque se utilizará el sistema SIMO. Atendiendo a que la BS da servicio a más de

una antena receptora.

En cambio, en las BS asociadas al Metropolitano, la Plaza Mayor y la Ermita del Calvario, la configuración de la antena será SISO.

4.2 Configuración de autenticación de usuarios

Para gestionar las conexiones de los usuarios, se utilizará un servidor RADIUS (AAA – Authentication, Authorization, and Accounting). Con este servidor la conexión pasará por tres fases:

- **Authentication:** En esta fase el cliente debe solicitar el acceso facilitando un usuario y una contraseña. Esta información será cifrada y enviada al servidor RADIUS. Gracias a este proceso se podrá comprobar si un usuario tiene acceso a alguna determinada red.
- **Authorization:** En este segundo paso el servidor comprueba si el usuario que está pidiendo un determinado servicio tiene los permisos necesarios para acceder a él. Además el servidor RADIUS deberá enviar un mensaje de aceptación a la petición del usuario en el caso de que se autorice la misma.
- **Accounting:** En la tercera fase el servidor se encarga de reconocer a cada usuario dentro de la red con la información de su cuenta y va registrando el uso que hace de los recursos. Esta información se va guardando en una base de datos para que se pueda relacionar en un futuro las identidades de los diferentes usuarios con los servicios utilizados y en que momento se realizaron.

Además de esto, el cliente se deberá autenticar mediante un portal cautivo que se mostrará en el navegador. Donde se les indicará un mensaje de bienvenida y las condiciones del acceso. Una vez lo acepten, se les permitirá navegar.

Por lo tanto, con el portal cautivo se pretende controlar las conexiones de los usuarios interceptando todo el tráfico HTTP hasta que se permita la autenticación, hacer que la sesión caduque al cabo de un tiempo y controlar el ancho de banda de cada cliente.

4.3 Configuración de reglas Firewall

Ya se ha comentado anteriormente que el firewall es el encargado de controlar tanto el tráfico entrante como el saliente de la red. Y que mediante las reglas predefinidas que se hayan decidido implantar, este dispositivo bloqueará o permitirá accesos en nuestra red.

Por otro lado no hay que olvidar que el presente proyecto se trata de una red pública, por lo que tendremos que tener en cuenta la normativa de la CMT a la hora de configurar las políticas del firewall. Por lo tanto se denegarán los accesos en los siguientes escenarios:

- En videoconferencias o VoIP, como por ejemplo Skype, Viber, etc.
- En el streaming de audio y video como podría ser ver videos en Youtube.
- En tráfico FTP, SFTP y P2P de intercambio de archivos
- En lugares web prohibidos a los menores de edad: pornografía, apuestas, etc.
- En el uso de la red para descargas ilegales de música o películas.
- En webs de descarga directa del tipo Softonic.

4.4 Pruebas y simulaciones

Para llevar a cabo las pruebas y simulaciones se utilizará el programa gratuito Radio Mobile, que permite el análisis y cálculo de enlaces de radiocomunicaciones de corto y medio alcance. En esta ocasión se dispone de la versión 11.4.1.

Para el cálculo de los radioenlaces, esta herramienta gratuita usa un mapa de cobertura donde se pueden destacar tres elementos básicos:

- Mapa de trabajo: En este caso se dispondrán de mapas STRM de la NASA, gracias a los cuales, se puede apreciar la elevación del terreno de todo el planeta.
- Mapa topográfico: Elaborado a partir de una cartografía específica. Esta última versión permite utilizar Google Earth para presentar los mapas.
- Mapa de cobertura: Implementado por Radio Mobile mediante el algoritmo de cálculo de propagación Longley-Rice.

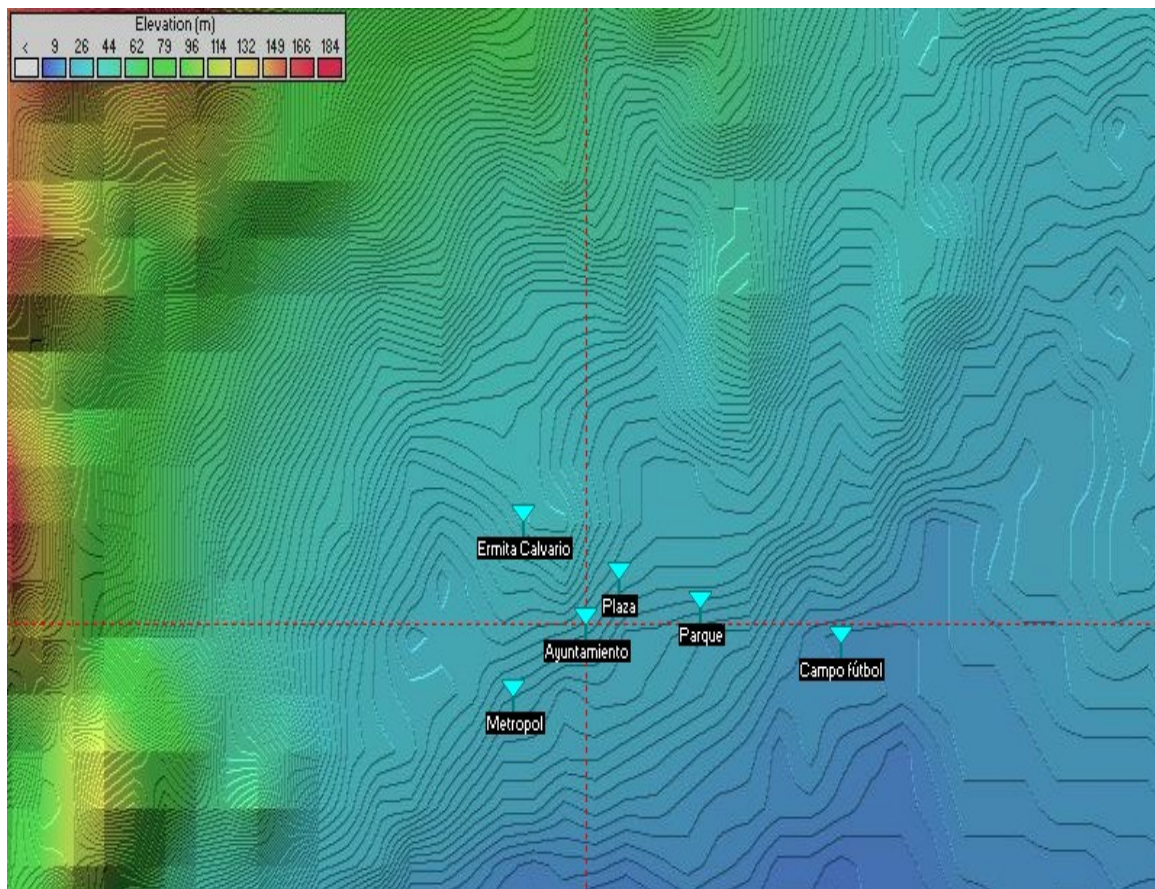


Ilustración 31: Mapa altura

Así pues, en la siguiente imagen se puede observar el mapa de altura de Torreblanca y los diferentes puntos de los que se compone la red:

Como se puede apreciar, la población carece de obstáculos naturales y no tiene grandes diferencias en lo que altura se refiere. Estas características facilitarán los enlaces por visión directa, y por lo tanto, una reducción de pérdidas de señal.

Por otro lado, y antes de empezar con las configuraciones de Radio Mobile, se muestra un imagen con el esquema de la red troncal. En esta ilustración se distingue con facilidad el nodo central (el ayuntamiento) y los diferentes puntos a los que ofrece servicio.

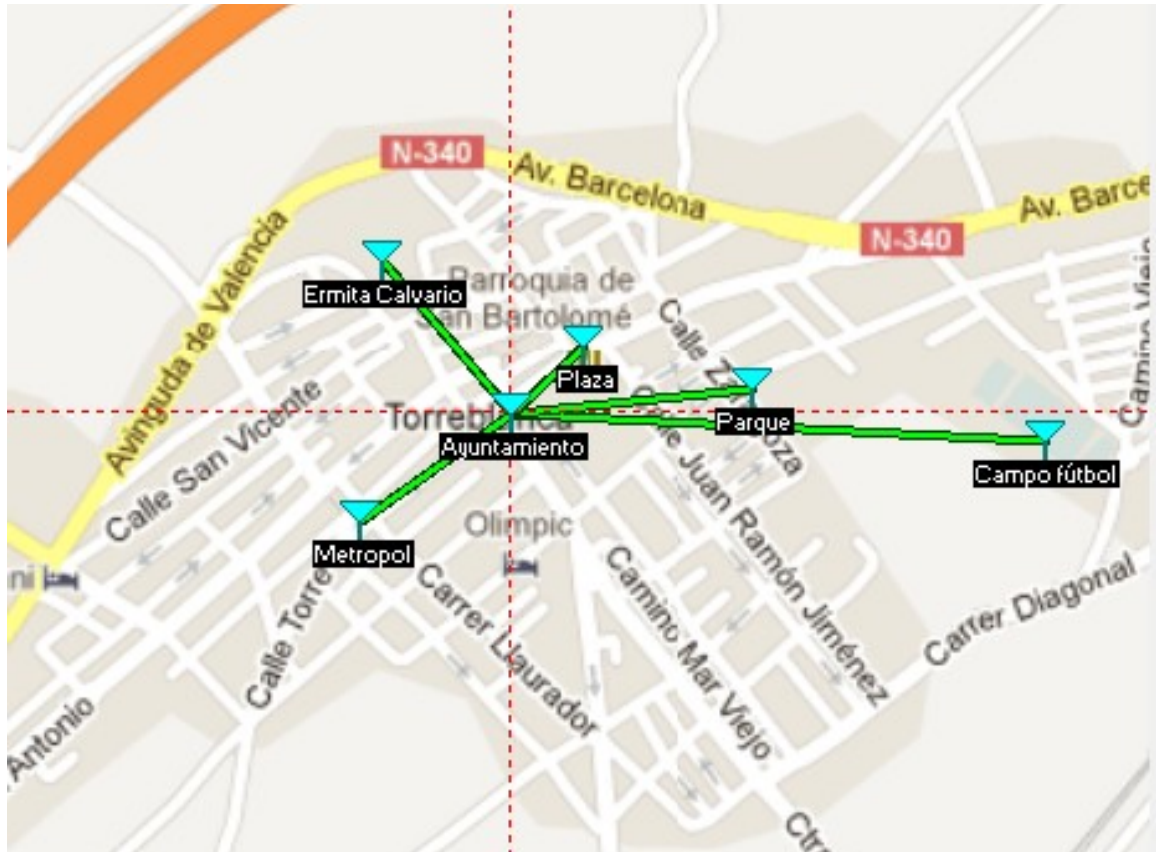


Ilustración 32: Esquema red

4.4.1 Estudio de coberturas con Radio Mobile

Para la configuración de la red se deben tener en cuenta los parámetros de nuestra red y las características de los dispositivos elegidos anteriormente. De este modo podremos realizar las oportunas simulaciones para comprobar la viabilidad del proyecto.

Lo primero que nos encontramos son los parámetros generales de la red, donde además designaremos la lista de todas las redes. En nuestro caso crearemos una red por cada estación base para diferenciar las conexiones de cada una de ellas.

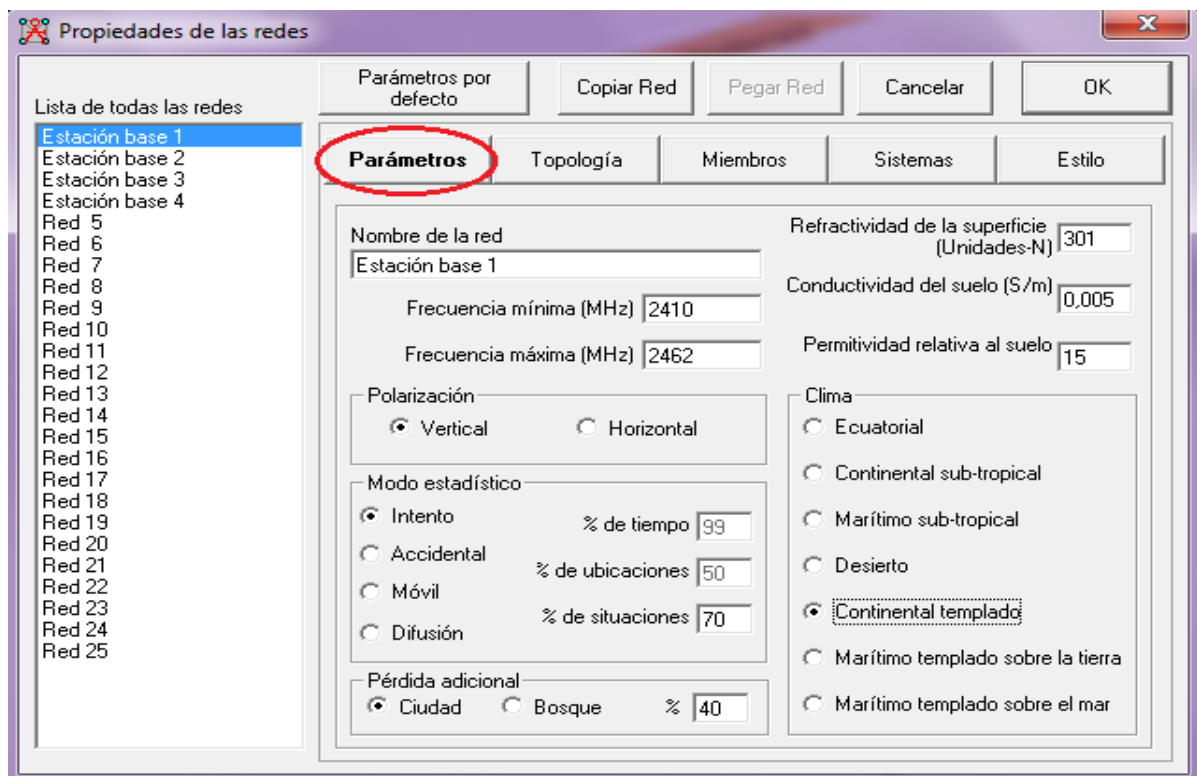


Ilustración 33: Configuración de parámetros

Primero especificaremos el nombre de la red, estación base 1 en este caso, y el rango de frecuencias en el que trabajaremos. Para este cometido tendremos el espectro de frecuencias Wifi que indica el fabricante de la BS.

En el recuadro superior izquierdo, observamos aspectos de la refractividad de la superficie, conductividad del suelo y permitividad relativa al suelo. Los parámetros elegidos son por defecto ya que sino hablaríamos de redes en ambientes más desfavorables.

Respecto al tipo de clima, nos decantamos por seleccionar el continental templado teniendo en cuenta la humedad, vegetación o temperatura de la zona elegida para el proyecto.

Por otro lado, el tipo de polarización será vertical por tratarse del modo más típico y con menos atenuación que el horizontal. Además, se elegirá “intento” como modo estadístico con una pérdida adicional del 40% al estar la red dentro de la población.

Por último, comentar que las 4 estaciones base tendrán los mismos parámetros de configuración, y por lo tanto, no es necesario explicar de nuevo este paso para las estaciones base restantes. Así pues, pasaremos a explicar el apartado “sistemas” del menú de propiedades de las redes.

En sistemas, se agregarán los dispositivos de transmisión y recepción del proyecto con sus respectivas características. En nuestro caso el TX es la base Rocket M2 y la RX es Ubiquiti Nanostation M2.

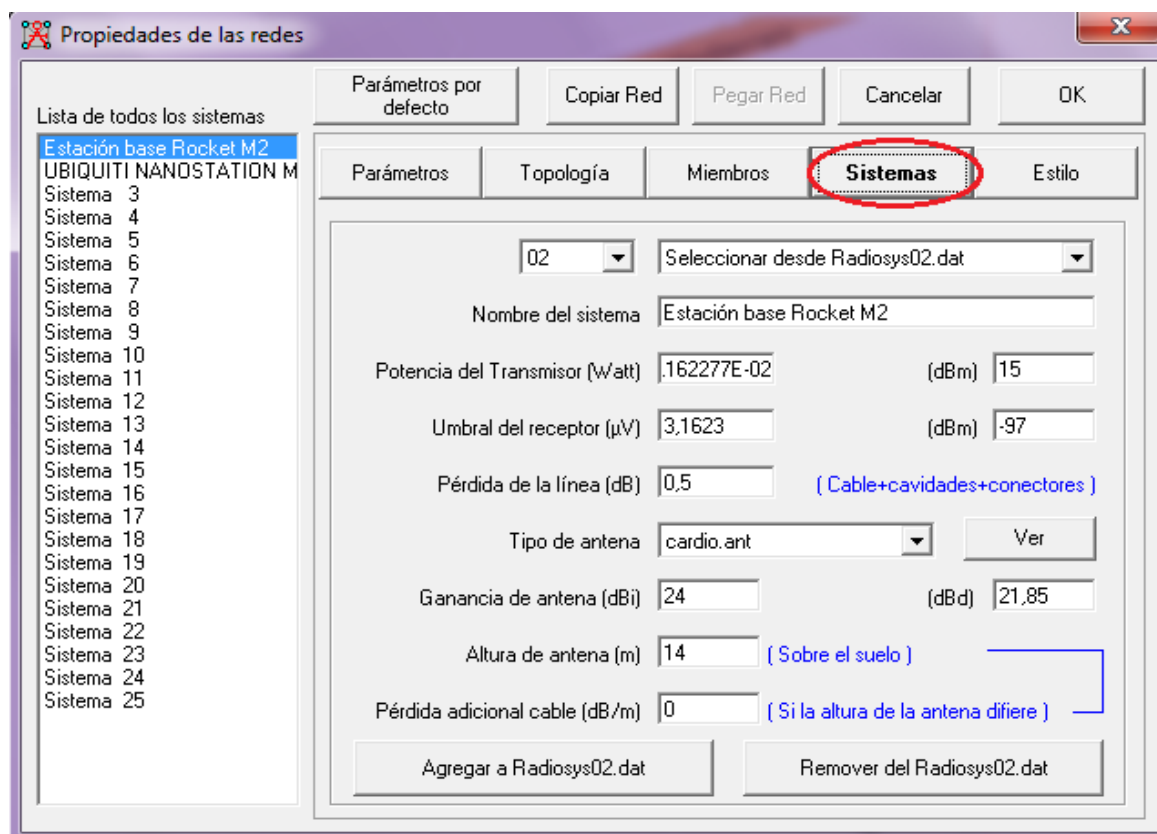


Ilustración 34: Configuración sistemas

Por lo tanto, se configurará este apartado poniendo los valores que aparecen en la datasheet de los equipos. En concreto, la potencia de transmisión, ganancia de antena, tipo de antena y el umbral del receptor.

Es importante mencionar que para dar cobertura solo a los Hotspot, se regulará la potencia de transmisión de las BS para radiar menos pero sin olvidar que llegue una señal de calidad. Como se verá, gracias a la ganancia de 24 dBi de la antena TX, no tendremos problemas en los radioenlaces.

Respecto a la pérdida de línea se dejará el valor por defecto de 0,5 dB y la altura de la antena la iremos modificando según el emplazamiento a tratar. En consecuencia, pasaremos al siguiente subapartado “Miembros”.

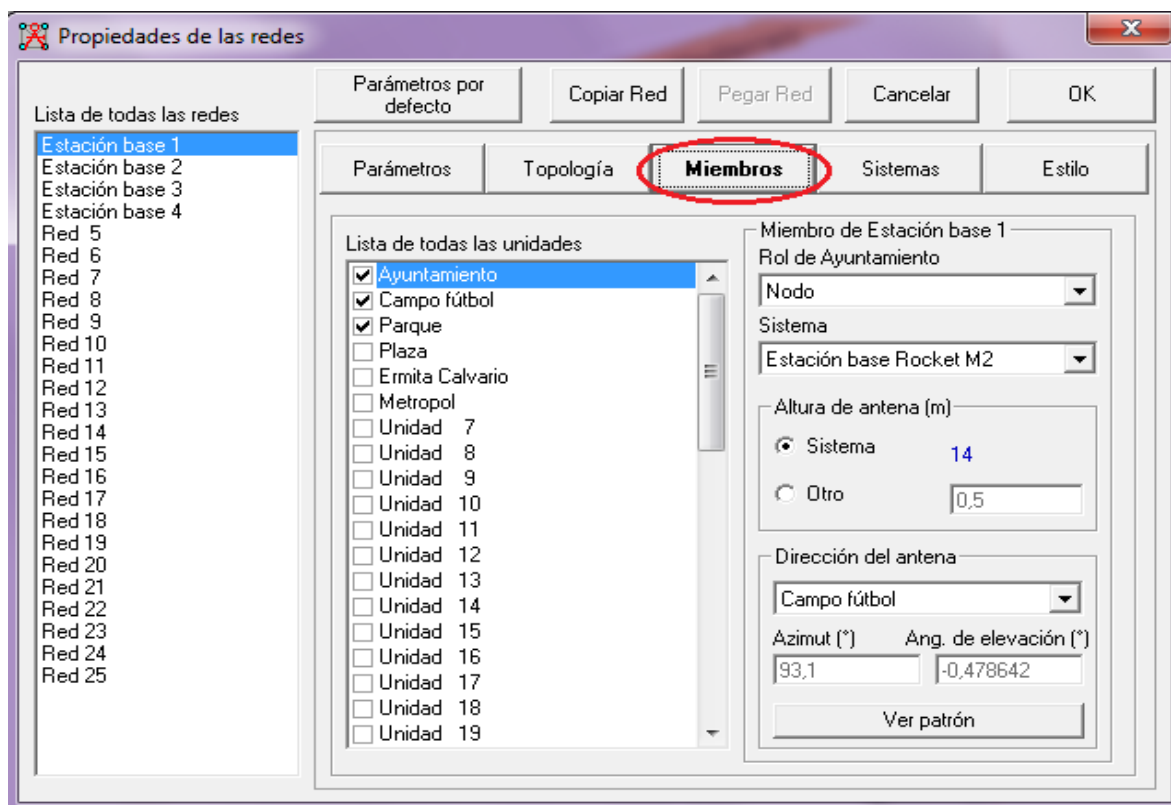


Ilustración 35: Configuración miembros

En miembros, indicaremos los dispositivos que pertenecen a cada red creada, el rol de cada uno de ellos, la altura de la antena y su dirección. Por ejemplo, el ayuntamiento tendrá el rol de nodo, utilizará el equipo Rocket M2 y la dirección de la antena irá en función de cada BS.

Una vez finalizadas todas las configuraciones que se han descrito, se comenzará con las simulaciones entre los diferentes enlaces del proyecto:

- Estación base 1

Esta estación base está compuesta por 2 enlaces, ayuntamiento-campo de fútbol y ayuntamiento-parque. Compuesto por una estación base sectorial Rocket M2 y dos CPE Ubiquiti Nanostation M2.

Ubicación	Tipo	Longitud	Latitud	Altura	Ganancia ant.
Ayuntamiento	BS	0°11'44.09"E	40°13'12.82"N	14 m	24 dBi

Campo fútbol	CPE	0°12'9.04"E	40°13'11.79"N	9 m	10 dBi
Parque	CPE	0°11'55.35"E	40°13'13.69"N	9 m	10 dBi

Como sabemos, el enlace con la distancia más grande a cubrir está entre el ayuntamiento y el campo de fútbol. Sin embargo, los 590 metros que separan estas sedes no será un impedimento para que haya una conexión de calidad. Como se puede apreciar en la siguiente simulación, el nivel de señal que recibe el CPE es de $-47,3$ dBm. Esto le permitirá trabajar a su máxima velocidad.

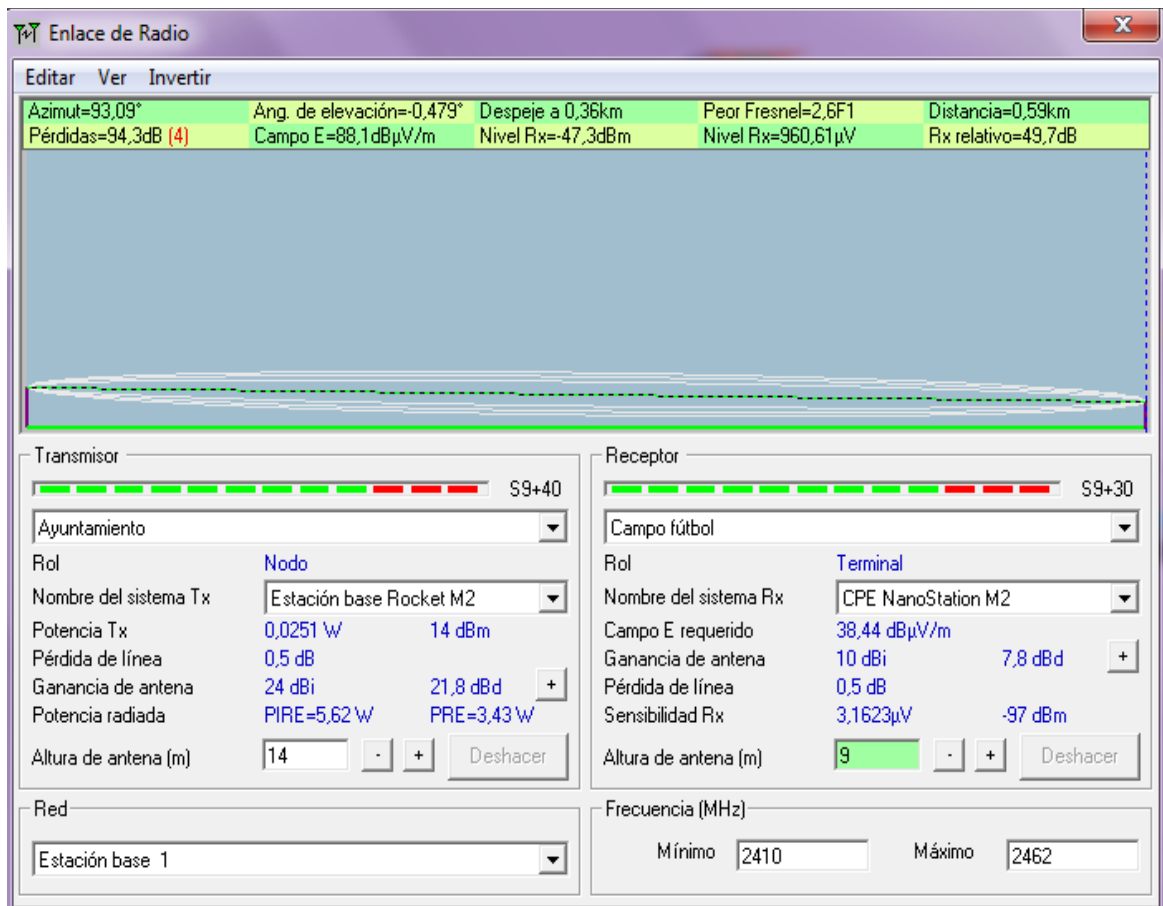


Ilustración 36: Enlace ayuntamiento-campo de fútbol

El enlace entre el ayuntamiento y el parque tiene una distancia a cubrir de 270 metros, y con un nivel de recepción por parte del CPE de $-41,2$ dBm.

Además en estos dos enlaces se ha ajustado la potencia de transmisión a 14 dBm, es decir, a la mitad de la capacidad de la BS. Con esto ganaremos en eficiencia al tratarse solo de dar cobertura a los puntos de acceso elegidos en el diseño.

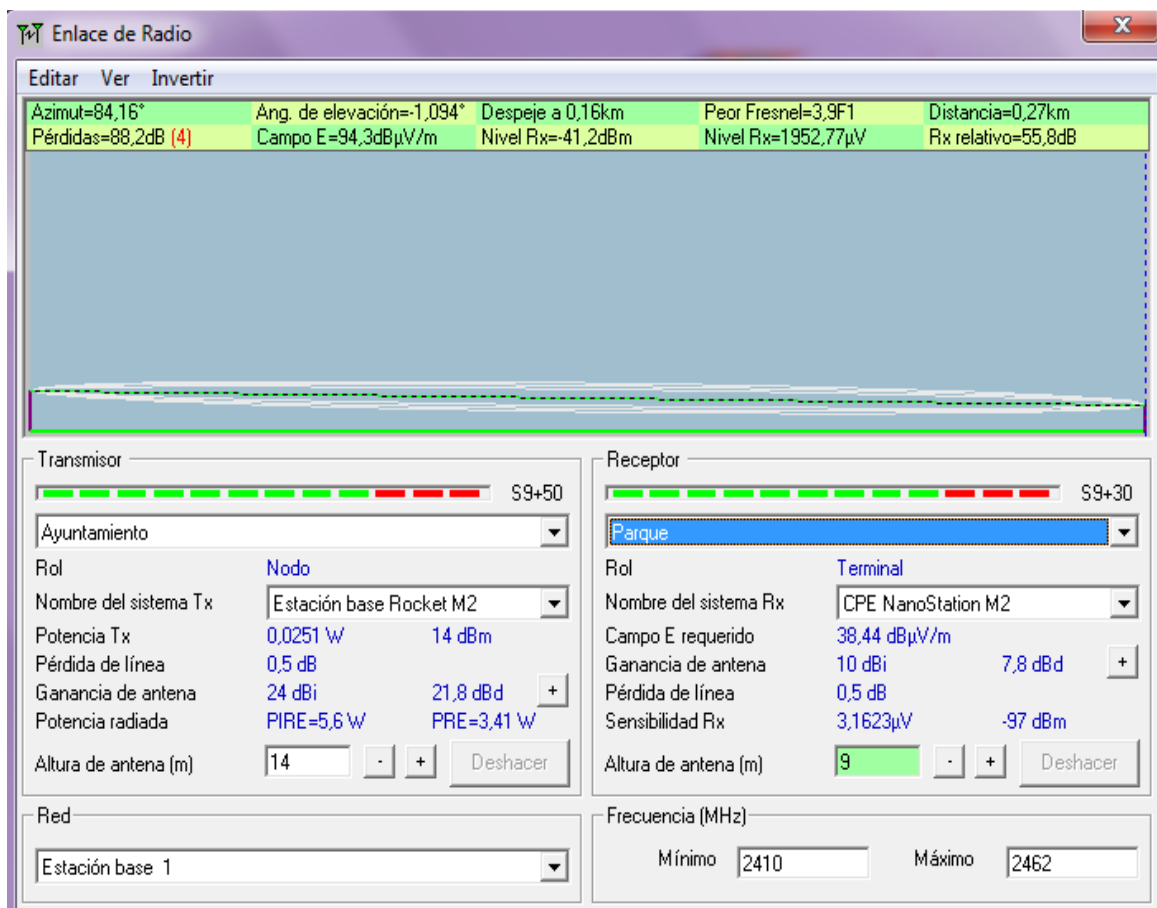


Ilustración 37: Enlace ayuntamiento-parque

- Estación base 2

Al contrario que ocurría en la BS anterior, esta estación base se compone de un enlace con la Plaza Mayor. Además, los dispositivos utilizados serán: una estación base sectorial Rocket M2 y dos CPE Ubiquiti Nanostation M2.

Ubicación	Tipo	Longitud	Latitud	Altura	Ganancia ant.
Ayuntamiento	BS	0°11'44.09"E	40°13'12.82"N	14 m	24 dBi
Plaza mayor	CPE	0°11'47.47"E	40°13'15.16"N	12 m	10 dBi

En esta ocasión hay que cubrir una distancia de 110 metros y se obtiene un nivel de recepción por parte del CPE de -42,4 dBm. Con una potencia de transmisión regulada a 5dBm.

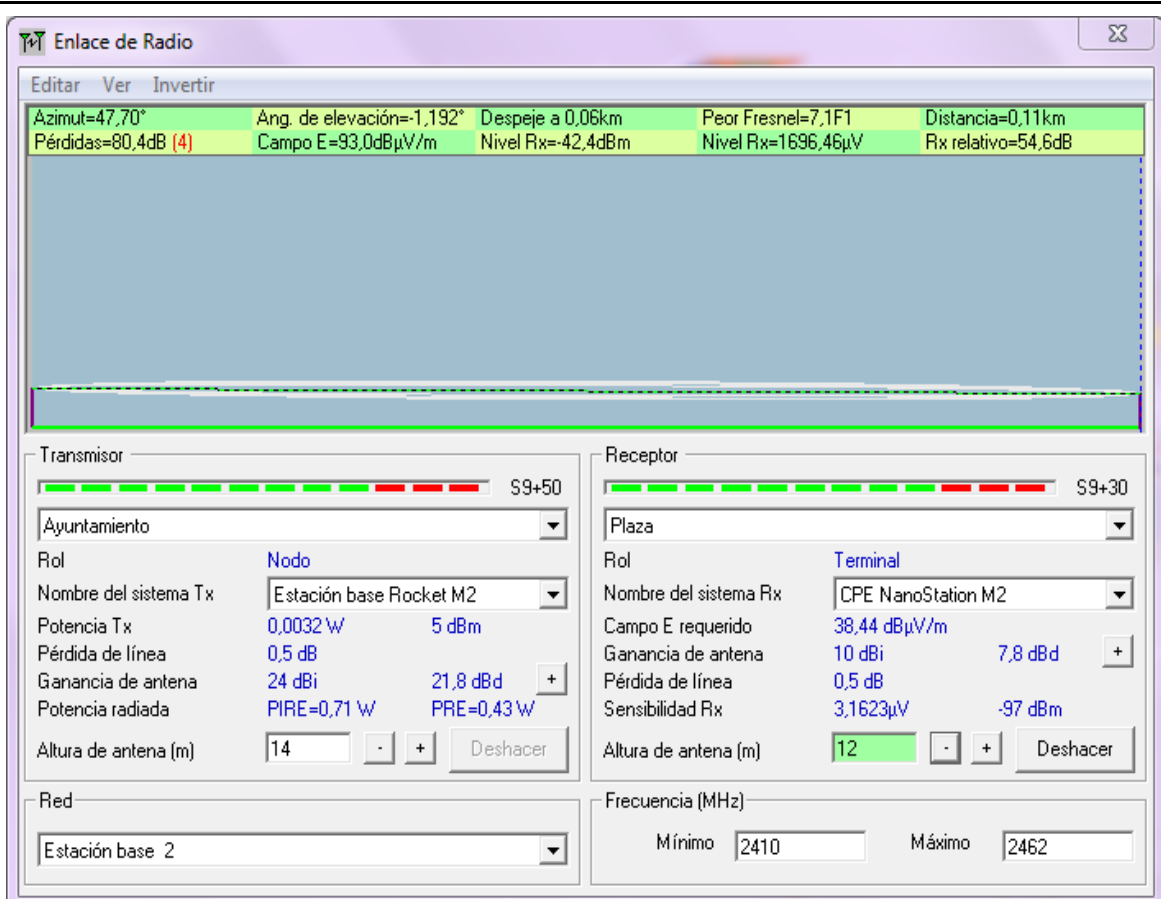


Ilustración 38: Enlace ayuntamiento-plaza

- Estación base 3

Se compone del enlace entre el ayuntamiento y la zona de la ermita el calvario. La distancia a cubrir es de 220 metros y se consigue un nivel de recepción de -48 dBm. Como ocurría en la BS anterior la potencia de transmisión estará regulada a 5dBm.

Ubicación	Tipo	Longitud	Latitud	Altura	Ganancia ant.
Ayuntamiento	BS	0°11'44.09"E	40°13'12.82"N	14 m	24 dBi
Ermita Calvario	CPE	0°11'38.11"E	40°13'18.15"N	8 m	10 dBi

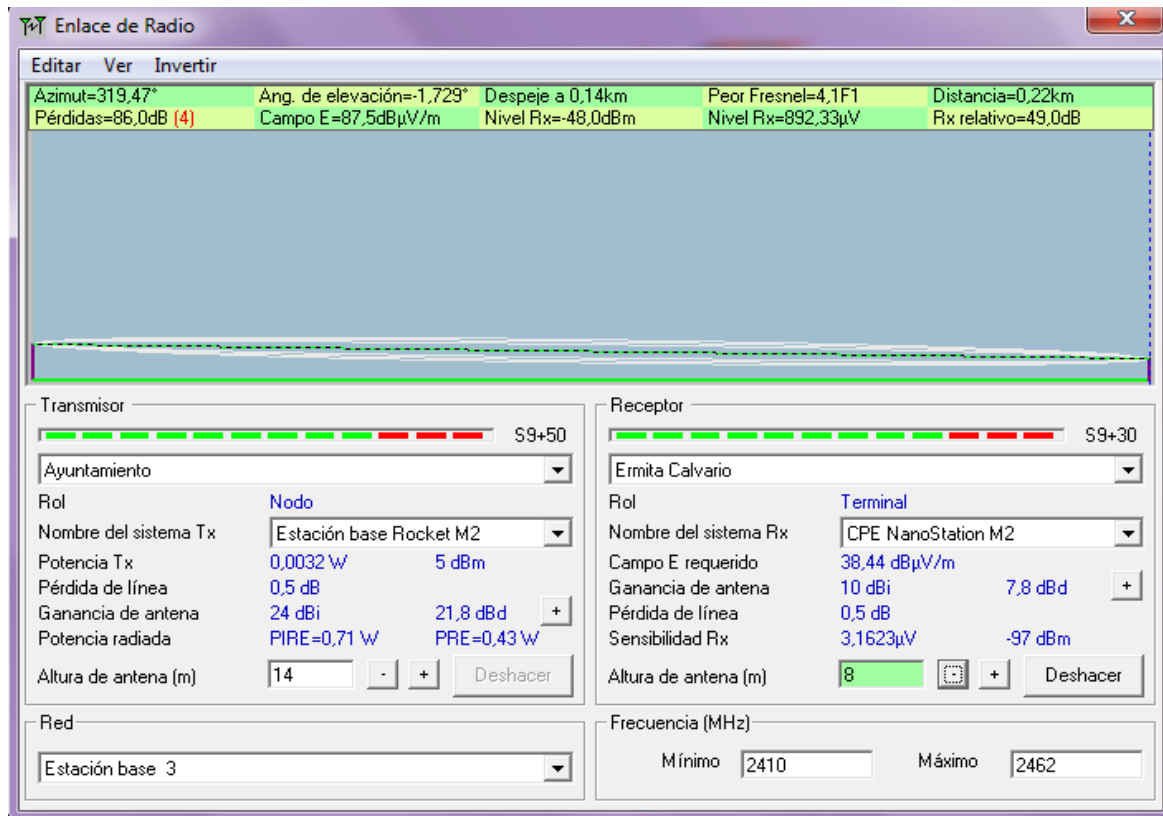


Ilustración 39: Enlace ayuntamiento-Ermita Calvario

- Estación base 4

Por último, en esta cuarta estación base tendremos un enlace entre ayuntamiento y el salón de usos múltiples Metropol. En este caso usaremos una estación base sectorial Rocket M2 y una CPE Ubiquiti Nanostation M2.

Ubicación	Tipo	Longitud	Latitud	Altura	Ganancia ant.
Ayuntamiento	BS	0°11'44.09"E	40°13'12.82"N	14 m	24dBi
Metropol	CPE	0°11'37.10"E	40°13'8.96"N	10 m	10 dBi

En este último enlace la distancia a cubrir es de 200 metros, con un nivel de recepción del CPE de -47 dBm y una potencia de Tx de 10 dBm.

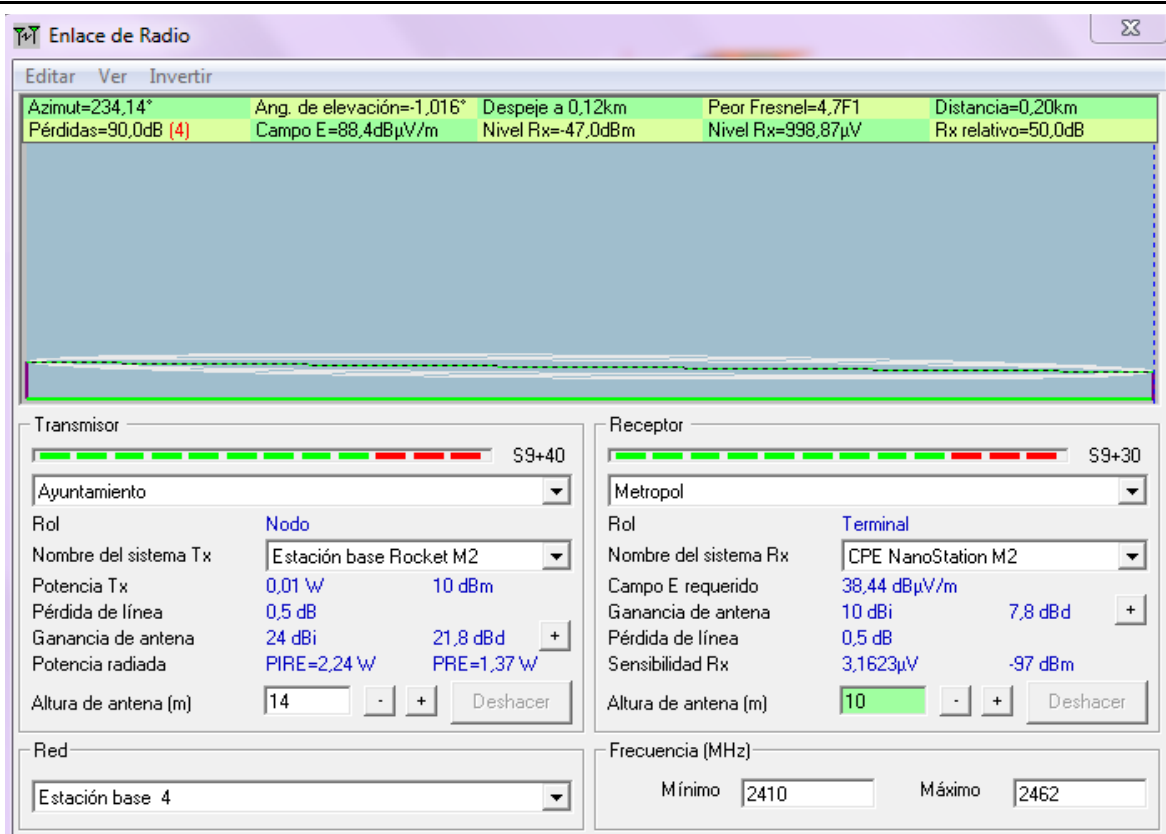


Ilustración 40: Enlace ayuntamiento-Metropol

4.4.2 Coberturas en los Hotspots

Como se ha visto en el apartado anterior los CPE/AP recibirán una señal de calidad por parte de las BS. Si a esto le sumamos que los hotspots no tienen que cubrir una gran superficie, ya que no queremos que la señal entre en los domicilios, se deberá prestar especial atención a la potencia de salida de los AP y a su frecuencia para que no exista encabalgamiento entre ellos.

Por un lado tenemos que el punto de acceso **Unifi UBIQUITI UAP-OUTDOOR EnterpriseAP** elegido para este proyecto tiene una potencia de transmisión máxima de 27 dBm y dos antenas omnidireccionales con una ganancia de 6 dBm cada una. Si tenemos en cuenta la normativa nacional CNAF UN – 85, la potencia de transmisión, la ganancia de la antena y las pérdidas de la línea se han de ajustar para que no supere los 100 mW (20 dBm). Por eso, se ha de limitar la Tx para que no sobrepase los 20 dBm.

Por otro lado, se realizará una separación de canales de los diferentes puntos de acceso para evitar encabalgamiento de frecuencias. Sabiendo que el ancho de banda de la señal Wifi es de

22 Mhz, y que la separación entre canales consecutivos es de 5MHz, se considera imprescindible la separación de 5 canales. Así pues, y aunque en algunas ocasiones se utiliza solo una separación de 4 canales (1, 5, 9, 13) sin prácticamente encabalgamiento, usará la nombrada separación de 5 canales (1, 6, 11). Los canales quedarían fijados de la siguiente manera:

Nodo	Canal	Frecuencia
Campo de fútbol	1	2412 MHz
Parque	6	2437 MHz
Plaza Mayor	11	2462 MHz
Ermita Calvario	6	2437 MHz
Metropol	1	2412 MHz

Se puede apreciar que los AP más alejados entre si, coinciden en el canal asignado. Con el objetivo de evitar los problemas descritos recientemente.

5. INFORMES

5.1 Memoria económica

Fabricante	Descripción	Modelo	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
Ubiquiti	Estación Base	Rocket M2	4	82,89	331,56
Ubiquiti	Antena BS	Rocketdish 2G24	4	156,29	625,16
Ubiquiti	CPE	NSM2	5	89,45	447,25
Ubiquiti	AP	Unifi AP Outdoor	5	136,45	682,25
Cisco	Switch	Catalyst C2960S-24PS-L	1	1001,68	1001,68

DLink	Firewall	DFL-2500	2	4364,43	8728,86
Dell	Servidor	R410	4	1210	4840
Liebert	SAI	GXT3-5000	1	1865,32	1865,32
Eduard Lehman	Rack	RQ0677	1	2210,89	2210,89
-	Herrajes/Mastiles	-	6	-	1000
Subtotal equipos					21732,97
-	Diseño proyecto	-	-	-	2000
-	Puesta en marcha y mano de obra	-	-	-	3000
Subtotal estudio y ejecución del proyecto (IVA 21%)					6050
TOTAL					27782,97

5.2 Manuales

Al finalizar la instalación y la puesta en marcha de los equipos, se entregará una serie de documentación y manuales a los informáticos del ayuntamiento, con el objetivo de que esta información les sea de utilidad en el manejo de la red y los dispositivos.

Los diferentes informes que se facilitará al ayuntamiento serán:

- Todos los manuales de los diferentes equipos que componen el proyecto, tanto en formato digital como en papel.
- Lista con todas las contraseñas establecidas en los dispositivos.

- Documentación relacionada con el proyecto: tablas de direccionamiento, diagramas con la topología de la red, conexión de los equipos y ubicación de los mismos.
- Copias de seguridad que permitan restablecer la configuración de la red.
- Software original que acompaña a los distintos dispositivos.
- Manual de los posibles errores más comunes de la red y las soluciones de los mismos.

5.3 Conclusiones

El presente proyecto se ha basado en la implantación de una red inalámbrica en la población de Torreblanca de poco más de 5000 habitantes. Como se ha visto a lo largo del proyecto, el coste es relativamente asequible de asumir por el ayuntamiento en relación con el beneficio potencial que supone al municipio. Además, las tecnologías *Wireless* nos permiten el desarrollo del proyecto sin la necesidad de grandes obras que supongan un largo tiempo de espera en la implantación.

Por lo otro lado, si analizamos la viabilidad del proyecto, parece que sea bastante factible que se pueda llevar a cabo en la realidad. Es cierto que para realizar una valoración global más aproximada, se debería llevar a la práctica todo lo expuesto aquí. Ya que de este modo podríamos ver la interacción real de los usuarios y se podrían detectar posibles inconvenientes o aplicar algunas mejoras. Sin embargo, aun teniendo en cuenta estos aspectos, durante el proceso de búsqueda de información se han podido observar ejemplos de otros proyectos que se han llevado a la práctica. Por este motivo se cree que la red tendría un correcto funcionamiento.

En el plano personal, creo que ha sido una experiencia muy interesante y un desafío al mismo tiempo. Debido al desconocimiento de algunos aspectos en los cuales solamente tenía nociones básicas como han podido ser: el manejo de la herramienta Radio Mobile, la elección de los equipos, requisitos legales, configuración de antenas, etc. Además, también ha servido para afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Telecomunicaciones y descubrir sus aplicaciones en un escenario real. En conclusión, creo que el resultado obtenido es muy bueno, cumpliendo los objetivos marcados desde un principio.

ANEXOS

- TERMINOLOGÍA

ADSL → Asymmetric Digital Subscriber Line

BS → Base Station o estación base

CPE → Customer Premises Equipment o equipo local de cliente.

AP → Punto de acceso.

CMT → Comisión del mercado de las telecomunicaciones.

CNAF → Cuadro nacional de atribución de frecuencias.

DHCP → Dynamic Host Configuration Protocol

DNS → Domain Name System

IP → Internet Protocol

ISP → Internet Service Provider o proveedor de acceso a Internet.

MIMO → Multiple Input Multiple Output.

OFDM → Orthogonal frequency-division multiplexing

PIRE → Potencia radiada isotrópica efectiva

PoE → Power over Ethernet o alimentación a través de Ethernet.

PmP → Point to MultiPoint o punto a multipunto.

PtP → Point to Point o punto a punto.

RF→ Radiofrecuencia.

RX → Recepción

TX → Transmisión

VLAN → Virtual local area network

- REFERENCIAS

1. Antonio Satué Villar. Sistemes telemàtics. UOC.
2. Miquel Font Rosselló, Eduard Lara Ochoa, René Serral Gracià ,Xavier Vilajosana Guillén. Telemática. UOC.
3. Pere Barberán Agut, Enric López i Rocafiguera. Xarxes i serveis. UOC.
4. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Población por municipio.
URL: http://www.ine.es/inebmenu/mnu_padron.htm
5. MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. Ley general de telecomunicaciones. URL: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/11/04/pdfs/A38890-38924.pdf>
6. COMISIÓN DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES (CMT). Circular 1 /2010 de la CMT. URL: <http://www.boe.es/boe/dias/2012/04/23/pdfs/BOE-A-2012-5365.pdf>
7. MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. Cuadro nacional de atribución de frecuencias (CNAF).

URL:<http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/Paginas/CNAF.aspx>

8. AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal.

URL:<http://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>

9. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS. URL: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica

10. TIPOS DE ANTENAS. URL: <http://www.34t.com/unique/WiFiAntenas.asp>

11. TIPOS CONEXIONES DE RED. URL:
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_punto_a_punto
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_multipunto

12. FUNCIONAMIENTO ANTENAS. URL: <http://www.telecomhall.com/es/que-es-mimo.aspx>

13. RADIUS. URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/RADIUS>

14. RADIO MOBILE. URL: <http://www.youtube.com/watch?v=g8n5ZJzP-YU>

- PRECIOS EQUIPOS

A continuación se indican las URLs de los precios de los equipos elegidos:

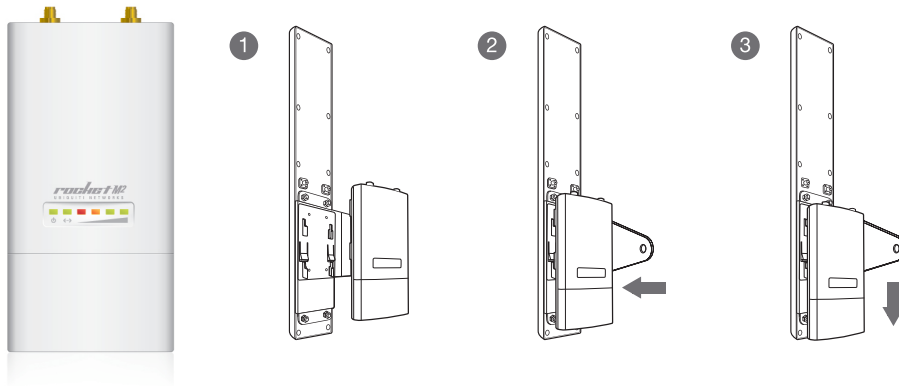
1. BS: <http://www.maswifi.com/puntos-de-acceso/ubiquiti-rocket-m2-2-4-ghz-mimo-airmax>

2. Antenas BS: <http://www.pcuireless.com/908-antena-parab%C3%B3lica-ubiquiti-networks-airmax-rd-2g24-24ghz-rocketdish-24dbi.html>

3. CPE: <http://laestacionweb.com/8-puntos-de-acceso-y-cpe-s>

4. AP: <http://laestacionweb.com/8-puntos-de-acceso-y-cpe-s>
5. Switch: <http://mercadoit.com/es/switch/58-cisco-ws-c2960s-24ts-1-.html>
6. Firewall: http://www.ciudadwireless.com/dlink_dfl-2500_network_security_firewall_enterprise-p-941.html
7. Servidor: <http://www.stikc.com/Catalog/PowerEdge-R410>
8. Rack: <http://www.micro-kernel.com/mk/armario-rack-19-acustico-insonorizado-25u-600-x-900-puerta-de-cristal-negro-4x-ventiladores-de-bajo-ruido-sin-acceso-lateral-p-1356.html>
9. SAI: <http://www.intelligent-power.co.uk/liebert-gxt3-5000rt230.html>

ROCKET 2.4: 2.4GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation



airMAX
MIMO TDMA Protocol

COMPATIBLE ANTENNAS

AirMax Sector 2G-16-90
AirMax Sector 2G-15-120
Rocket Dish 2G-26

SYSTEM INFORMATION

Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHZ
Memory Information	32MB SDRAM, 8MB Flash
Networking Interface	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface

REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION

Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE
RoHS Compliance	YES

OPERATING FREQUENCY 2412MHz-2462MHz

TX POWER SPECIFICATIONS				RX SPECIFICATIONS			
	DataRate	Avg. TX	Tolerance		DataRate	Sensitivity	Tolerance
11b/g	1-24Mbps	28 dBm	+/-2dB	11b/g	1-24Mbps	-97 dBm min	+/-2dB
	36Mbps	26 dBm	+/-2dB		36Mbps	-80 dBm	+/-2dB
	48Mbps	25 dBm	+/-2dB		48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
	54Mbps	24 dBm	+/-2dB		54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
11n / Airmax	MCS0	28 dBm	+/-2dB	11n / Airmax	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	28 dBm	+/-2dB		MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	28 dBm	+/-2dB		MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	28 dBm	+/-2dB		MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	27 dBm	+/-2dB		MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	25 dBm	+/-2dB		MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	23 dBm	+/-2dB		MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	22 dBm	+/-2dB		MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	28 dBm	+/-2dB		MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	28 dBm	+/-2dB		MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	28 dBm	+/-2dB		MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	28 dBm	+/-2dB		MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	27 dBm	+/-2dB		MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	25 dBm	+/-2dB		MCS13	-79 dBm	+/-2dB
	MCS14	23 dBm	+/-2dB		MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	22 dBm	+/-2dB	MCS15	-75 dBm	+/-2dB		

PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL

Enclosure Size	16cm length x 8cm width x 3cm height
Weight	0.5 kg
RF Connector	2x RPSMA (Waterproof)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included
Max Power Consumption	6.5 Watts
Power Supply	24V, 1A POE Supply Included
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)
Operating Temperature	-30C to 75C
Operating Humidity	5 to 95% Condensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4

NanoStation M2: 2.4GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA Station

The Most Powerful NanoStation Ever.



SYSTEM INFORMATION							
Processor Specs		Atheros MIPS 24KC, 400MHz					
Memory Information		32MB SDRAM, 8MB Flash					
Networking Interface		2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface					
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION							
Wireless Approvals		FCC Part 15.247, IC RS210, CE					
RoHS Compliance		YES					
OPERATING FREQUENCY 2412MHz-2462MHz							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX SPECIFICATIONS			
11b/g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11b/g	DataRate	Sensitivity	Tolerance
	1-24Mbps	28 dBm	+/-2dB		1-24Mbps	-97 dBm min	+/-2dB
	36Mbps	26 dBm	+/-2dB		36Mbps	-80 dBm	+/-2dB
	48Mbps	25 dBm	+/-2dB		48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
11n / Airmax	54Mbps	24 dBm	+/-2dB	11n / Airmax	54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
	MCS0	28 dBm	+/-2dB		MCS0	-96 dBm	+/-2dB
	MCS1	28 dBm	+/-2dB		MCS1	-95 dBm	+/-2dB
	MCS2	28 dBm	+/-2dB		MCS2	-92 dBm	+/-2dB
	MCS3	28 dBm	+/-2dB		MCS3	-90 dBm	+/-2dB
	MCS4	27 dBm	+/-2dB		MCS4	-86 dBm	+/-2dB
	MCS5	25 dBm	+/-2dB		MCS5	-83 dBm	+/-2dB
	MCS6	23 dBm	+/-2dB		MCS6	-77 dBm	+/-2dB
	MCS7	22 dBm	+/-2dB		MCS7	-74 dBm	+/-2dB
	MCS8	28 dBm	+/-2dB		MCS8	-95 dBm	+/-2dB
	MCS9	28 dBm	+/-2dB		MCS9	-93 dBm	+/-2dB
	MCS10	28 dBm	+/-2dB		MCS10	-90 dBm	+/-2dB
	MCS11	28 dBm	+/-2dB		MCS11	-87 dBm	+/-2dB
	MCS12	27 dBm	+/-2dB		MCS12	-84 dBm	+/-2dB
	MCS13	25 dBm	+/-2dB		MCS13	-79 dBm	+/-2dB
MCS14	23 dBm	+/-2dB	MCS14	-78 dBm	+/-2dB		
MCS15	22 dBm	+/-2dB	MCS15	-75 dBm	+/-2dB		
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL							
Enclosure Size		29.4 cm x 8 cm x 3cm					
Weight		0.4kg					
Enclosure Characteristics		Outdoor UV Stabilized Plastic					
Mounting Kit		Pole Mounting Kit included					
Max Power Consumption		8 Watts					
Power Supply		24V, 0.5A surge protection integrated POE adapter included					
Power Method		Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)					
Operating Temperature		-30C to +80C					
Operating Humidity		5 to 95% Condensing					
Shock and Vibration		ETSI300-019-1.4					
INTEGRATED 2x2 MIMO ANTENNA							
Frequency Range	2.32-2.55 GHz	Max VSWR	1.6:1				
Gain	10.4-11.2 dBi	H-pol Beamwidth	55 deg.				
Polarization	Dual Linear	V-pol Beamwidth	53 deg.				
Cross-pol Isolation	23dB minimum	Elevation Beamwidth	27 deg.				
VSWR		H-Pol Azimuth H-Pol Elevation V-Pol Azimuth V-Pol Elevation					

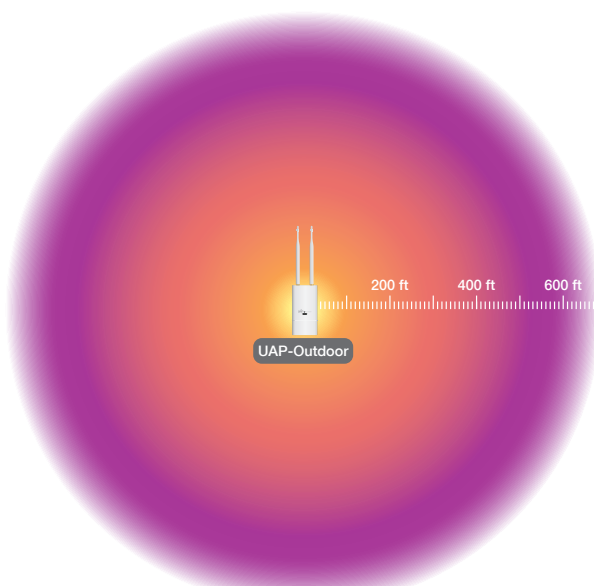
Specifications (UAP-Outdoor)

UniFi AP-Outdoor	
Dimensions	17 x 8 x 3 cm
Weight	500 g (Without Antennas) 540 g (With Both Antennas)
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports
Buttons	Reset
Antennas	(2) External 6 dBi Omni Antennas Included 191 mm (Length), 13mm (Diameter)
Wi-Fi Standards	802.11 b/g/n*
Power Method	Passive Power over Ethernet (12-24V)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter Included
Maximum Power Consumption	4.6 Watts
Max TX Power	27 dBm
BSSID	Up to Four Per Radio
Power Save	Supported
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i
Certifications	CE, FCC, IC
Mounting	Wall/Ceiling (Kits Included)
Operating Temperature	-30 to 75°C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 - 95% Condensing

Advanced Traffic Management	
VLAN	802.1Q
Advanced QoS	Per-User Rate Limiting
Guest Traffic Isolation	Supported
WMM	Voice, Video, Best Effort, and Background
Concurrent Clients	100+

Supported Data Rates (Mbps)	
Standards	Data Rates
802.11n	6.5 Mbps to 300 Mbps (MCS0 - MCS15, HT 20/40)
802.11b	1, 2, 5.5, 11 Mbps
802.11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps

* 2.4 GHz

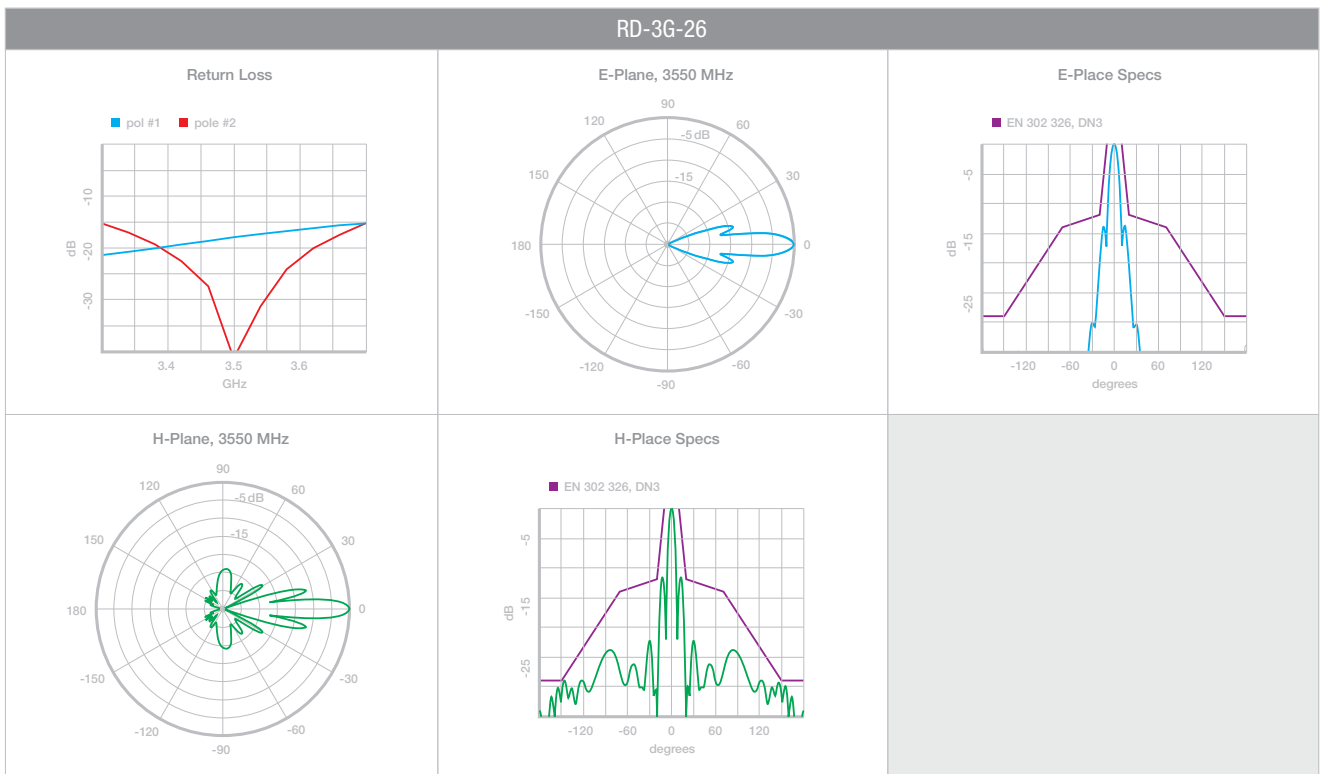
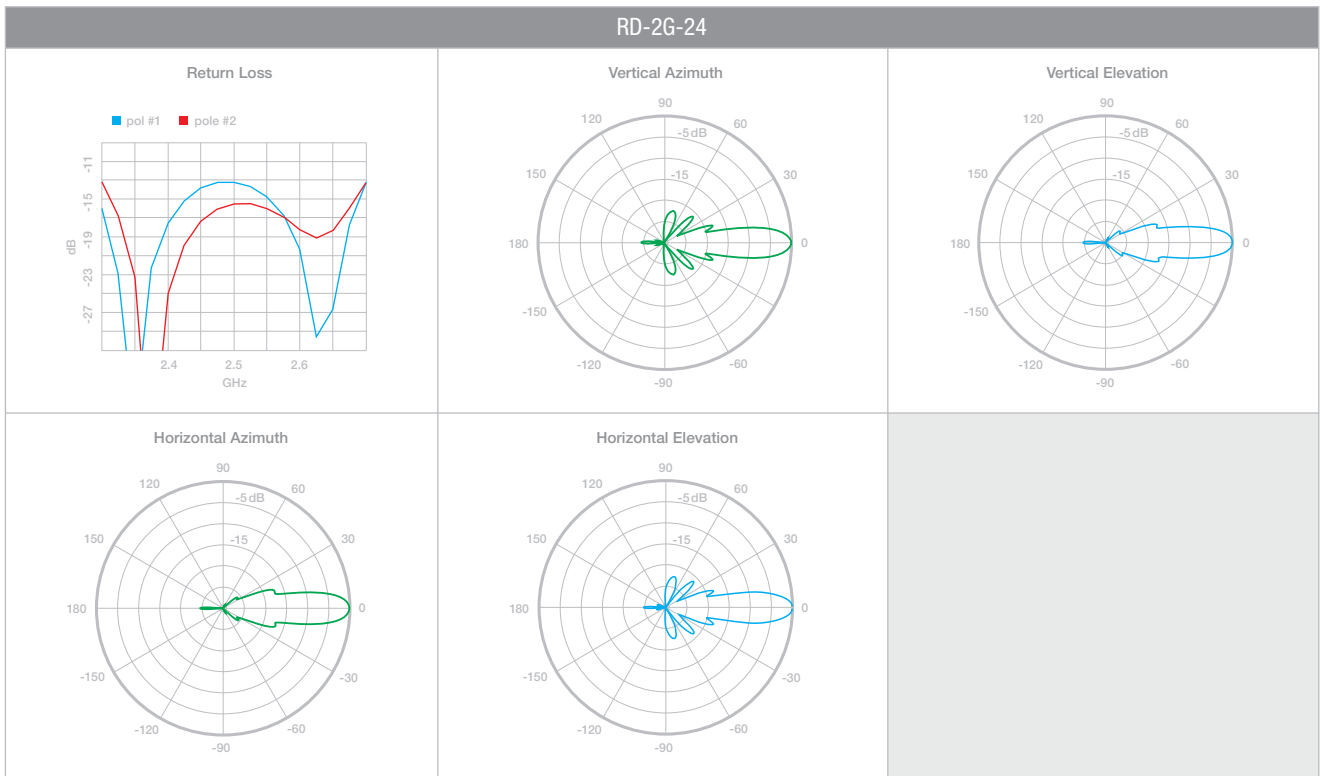


Specifications

Antenna Characteristics				
	RD-2G-24	RD-3G-26	RD-5G-30	RD-5G-34
Frequency Range	2.3-2.7 GHz	3.3-3.8 GHz	5.1-5.8 GHz	
Gain	24 dBi	26 dBi	30 dBi	34 dBi
Hpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (3 dB)	3 deg. (3 dB)
Vpol Beamwidth	3.8 deg. (Rx Dish) 6.6 deg. (Tx Dish)	7 deg. (6 dB)	5 deg. (6 dB)	3 deg. (6 dB)
F/B Ratio	-50 dB (Rx Dish) -65 dB (Tx Dish)	-33 dB	-34 dB	-42 dB
Max VSWR	1.6:1	1.4:1		
Dimensions	648 mm diameter			1050 mm diameter
Weight	9.8 kg			13.5 kg
Wind Survivability	120 mph			125 mph
Wind Loading	113 lb @ 100 mph			256 lb @ 100 mph
Polarization	Dual Linear			
Cross-pol Isolation	35 dB min			
ETSI Specification	EN 302 326 DN2			
Mounting	Universal pole mount, Rocket M bracket, and weatherproof RF jumpers included			

RocketDish does not include Rocket M (sold separately)

Specifications (cont.)



Acoustic Noise				
Measured per ISO 7779 and declared per ISO 9296.				
Bystander positions operating mode at 25°C ambient.				
Model	Sound Pressure		Sound Power	
	LpA (Typical)	LpAD (Maximum)	LwA (Typical)	LwAD (Maximum)
Cisco Catalyst 2960S-48FPD-L	42 dB	45 dB	5.2 B	5.5 B
Cisco Catalyst 2960S-48LPD-L				
Cisco Catalyst 2960S-24PD-L				
Cisco Catalyst 2960S-48TD-L	44 dB	47 dB	5.4 B	5.7 B
Cisco Catalyst 2960S-24TD-L				
Cisco Catalyst 2960S-48FPS-L	42 dB	45 dB	5.2 B	5.5 B
Cisco Catalyst 2960S-48LPS-L				
Cisco Catalyst 2960S-24PS-L				
Cisco Catalyst 2960S-48TS-L	44 dB	47 dB	5.4 B	5.7 B
Cisco Catalyst 2960S-24TS-L				
Mean time between failures (MTBF)				
Cisco Catalyst 2960-S		Cisco Catalyst 2960		
Model	MTBF in hours	Model	MTBF in hours	
Cisco Catalyst 2960S-48FPD-L	183,498	Cisco Catalyst 2960PD-8TT-L	737,065	
Cisco Catalyst 2960S-48LPD-L	198,300	Cisco Catalyst 2960-8TC-L	615,549	
Cisco Catalyst 2960S-24PD-L	237,016	Cisco Catalyst 2960-24TT-L	407,707	
Cisco Catalyst 2960S-48TD-L	311,291	Cisco Catalyst 2960-24TC-L	339,743	
Cisco Catalyst 2960S-24TD-L	332,958	Cisco Catalyst 2960-24LT-L	402,926	
Cisco Catalyst 2960S-48FPS-L	189,242	Cisco Catalyst 2960-24PC-L	311,781	
Cisco Catalyst 2960S-48LPS-L	205,052	Cisco Catalyst 2960-48TT-L	243,277	
Cisco Catalyst 2960S-24PS-L	245,604	Cisco Catalyst 2960-48TC-L	336,409	
Cisco Catalyst 2960S-48TS-L	328,058	Cisco Catalyst 2960-48PST-L	180,427	
Cisco Catalyst 2960S-24TS-L	349,824	Cisco Catalyst 2960G-8TC-L	485,576	
Cisco Catalyst 2960S-STACK	25,743,890	Cisco Catalyst 2960G-24TC-L	313,828	
		Cisco Catalyst 2960G-48TC-L	221,432	

* Not more than the following in a 1-year period: 96 consecutive hours, or 360 hours total, or 15 occurrences.

Note: For Catalyst 2960G-8TC-L, reduce the high range temperature by 5°C.

Table 6. Connectors, LED indicators and Dimensions

Connectors and LED Indicators
<p>Cisco Catalyst 2960-S with SFP+ based ports:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 3, 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling • 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 5 UTP cabling • 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling • 1000BASE-T SFP-based ports: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling • 1000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, -BX, -T, -FX, and coarse wavelength-division multiplexing (CWDM) SFP-based ports: LC fiber connectors (single/multimode fiber) • 10GBASE-LR, SR, LRM, CX1 SFP+ based ports <p>* The Cisco Catalyst 2960-S with SFP+ does not support the GLC-FE-100BX, GLC-FE-100FX, or GLC-FE-100LX.</p>

Connectors and LED Indicators

Cisco Catalyst 2960-S and 2960 with SFP-based ports:

- 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 3, 4, or 5 UTP cabling
- 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 5 UTP cabling
- 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling
- 1000BASE-T SFP-based ports^{**}: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling
- 1000BASE-SX -LX/LH, -ZX, -BX, -T, -FX, and CWDM SFP-based ports: LC fiber connectors (single/multimode fiber)
- 100BASE-LX, -BX, -FX SFP-based ports: LC fiber connectors (single/multimode fiber)

^{*} GLC-T and GLC-GE-100FX are not supported on the Catalyst 2960-8TC-S, 2960-8TC-L, or 2960G-8TC-L switches.

Cisco Catalyst 2960-S FlexStack stacking cables:

- CAB-STK-E-0.5M FlexStack stacking cable with a 0.5 m length
- CAB-STK-E-1M FlexStack stacking cable with a 1.0 m length
- CAB-STK-E-3M FlexStack stacking cable with a 3.0 m length

Cisco Catalyst 2960-S console cables:

- CAB-CONSOLE-RJ45 Console cable 6 ft with RJ-45
- CAB-CONSOLE-USB Console cable 6 ft with USB Type A and mini-B connectors

- Customers can provide power to a switch by using the internal power supply. The connector is located at the back of the switch. These switches do not have a redundant-power-supply port
- The internal power supply is an auto-ranging unit
- The internal power supply supports input voltages between 100 and 240 VAC
- Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet
- Cisco RPS connector:
 - The Cisco RPS connector offers connection for an optional Cisco RPS 2300 that uses AC input and supplies DC output to the switch.
 - The connector offers a 2300W redundant power system that supports up to 6 external network devices and provides power to 2 failed devices at a time
 - The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic
 - Only the Cisco RPS 2300 (model PWR-RPS2300) should be attached to the redundant-power-system receptacle

Note: The Cisco Catalyst 2960-8TC-L and 2960G-8TC-L do not have RPS ports.

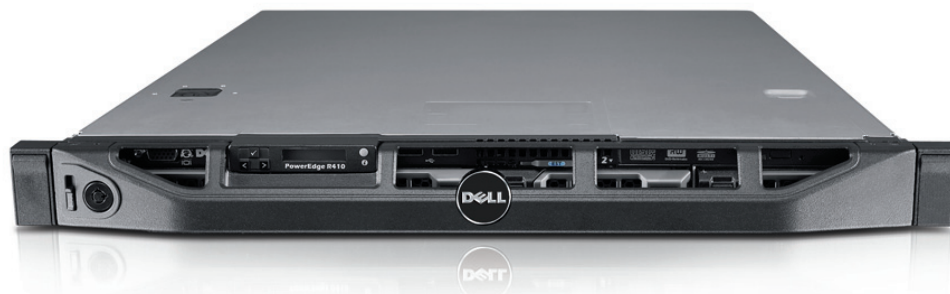
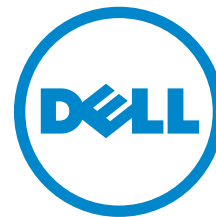
- Per-port status: Link integrity, disabled, activity, speed, and full duplex
- System status: System, RPS, link status, link duplex, PoE, and link speed

^{**} 1000Base-T not supported on Cisco Catalyst 2960-S switches.

Table 7. Management and Standards Support for Cisco Catalyst 2960-S and 2960 Series Switches with LAN Base Software

Description	Specification
Management	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB • CISCO-CABLE-DIAG-MIB • CISCO-CDP-MIB • CISCO-CLUSTER-MIB • CISCO-CONFIG-COPY-MIB • CISCO-CONFIG-MAN-MIB • CISCO-DHCP-SNOOPING-MIB • CISCO-ENTITY-VENDORTYPE-OID-MIB • CISCO-ENVMON-MIB • CISCO-ERR-DISABLE-MIB • CISCO-FLASH-MIB • CISCO-FTP-CLIENT-MIB • CISCO-IGMP-FILTER-MIB • CISCO-IMAGE-MIB • CISCO-IP-STAT-MIB • CISCO-LAG-MIB • CISCO-MAC-NOTIFICATION-MIB • CISCO-MEMORY-POOL-MIB • CISCO-PAGP-MIB • CISCO-PING-MIB • CISCO-TC-MIB • CISCO-TCP-MIB • CISCO-UDLDP-MIB • CISCO-VLAN-IFTABLE • RELATIONSHIP-MIB • CISCO-VLAN-MEMBERSHIP-MIB • CISCO-VTP-MIB • ENTITY-MIB • ETHERLIKE-MIB • IEEE8021-PAE-MIB • IEEE8023-LAG-MIB • IF-MIB • INET-ADDRESS-MIB • OLD-CISCO-CHASSIS-MIB • OLD-CISCO-FLASH-MIB • OLD-CISCO-INTERFACES-MIB • OLD-CISCO-IP-MIB • OLD-CISCO-SYS-MIB • OLD-CISCO-TCP-MIB • OLD-CISCO-TS-MIB

Description	Specification	
	<ul style="list-style-type: none"> • CISCO-POE-EXTENSIONS-MIB • CISCO-PORT-QOS-MIB • CISCO-PORT-SECURITY-MIB • CISCO-PORT-STORM-CONTROL-MIB • CISCO-PRODUCTS-MIB • CISCO-PROCESS-MIB • CISCO-RTTMON-MIB • CISCO-SMI-MIB • CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB • CISCO-SYSLOG-MIB 	<ul style="list-style-type: none"> • RFC1213-MIB • RMON-MIB • RMON2-MIB • SNMP-FRAMEWORK-MIB • SNMP-MPD-MIB • SNMP-NOTIFICATION-MIB • SNMP-TARGET-MIB • SNMPv2-MIB • TCP-MIB • UDP-MIB • ePM MIB • CISCO-STACKWISE-MIB (2960-S)
Standards	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s • IEEE 802.1w • IEEE 802.1X • IEEE 802.1ab (LLDP) • IEEE 802.3ad • IEEE 802.3af • IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) • IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.3 10BASE-T specification • IEEE 802.3u 100BASE-TX specification • IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification • IEEE 802.3z 1000BASE-X specification 	<ul style="list-style-type: none"> • 100BASE-BX (SFP) • 100BASE-FX (SFP) • 100BASE-LX (SFP) • 1000BASE-BX (SFP) • 1000BASE-SX (SFP) • 1000BASE-LX/LH (SFP) • 1000BASE-ZX (SFP) • 1000BASE-CWDM SFP 1470 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1490 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1510 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1530 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1550 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1570 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1590 nm • 1000BASE-CWDM SFP 1610 nm • 10GBASE-LR (SFP+) • 10GBASE-SR (SFP+) • 10GBASE-LRM (SFP+) • 10GBASE-CX1 (SFP+) • RMON I and II standards • SNMP v1, v2c, and v3
RFC compliance	<ul style="list-style-type: none"> • RFC 768 - UDP • RFC 783 - TFTP • RFC 791 - IP • RFC 792 - ICMP • RFC 793 - TCP • RFC 826 - ARP • RFC 854 - Telnet • RFC 951 - Bootstrap Protocol (BOOTP) • RFC 959 - FTP • RFC 1112 - IP Multicast and IGMP • RFC 1157 - SNMP v1 • RFC 1166 - IP Addresses • RFC 1256 - Internet Control Message Protocol (ICMP) Router Discovery • RFC 1305 - NTP • RFC 1492 - TACACS+ • RFC 1493 - Bridge MIB • RFC 1542 - BOOTP extensions • RFC 1643 - Ethernet Interface MIB • RFC 1757 - RMON 	<ul style="list-style-type: none"> • RFC 1901 - SNMP v2C • RFC 1902-1907 - SNMP v2 • RFC 1981 - Maximum Transmission Unit (MTU) Path Discovery IPv6 • RFC 2068 - HTTP • RFC 2131 - DHCP • RFC 2138 - RADIUS • RFC 2233 - IF MIB v3 • RFC 2373 - IPv6 Aggregatable Addr • RFC 2460 - IPv6 • RFC 2461 - IPv6 Neighbor Discovery • RFC 2462 - IPv6 Autoconfiguration • RFC 2463 - ICMP IPv6 • RFC 2474 - Differentiated Services (DiffServ) Precedence • RFC 2597 - Assured Forwarding • RFC 2598 - Expedited Forwarding • RFC 2571 - SNMP Management • RFC 3046 - DHCP Relay Agent Information Option • RFC 3376 - IGMP v3 • RFC 3580 - 802.1X RADIUS



Dell PowerEdge R410

El Dell™ PowerEdge™ R410 tiene un diseño desarrollado con fines específicos: tecnología de energía optimizada, funciones avanzadas de virtualización y administración simplificada de sistemas.

El Dell PowerEdge R410 es un potente servidor de 1U, con ultra densidad de 2 sockets que ofrece el rendimiento de los procesadores Intel® Xeon® series 5500 y 5600, memoria DDR3, capacidad hasta para cuatro discos duros (3,5" o 2,5") y un valor excepcional.

El PowerEdge R410 incluye un conjunto de software HPCC (clúster de informática de alto rendimiento) "abierto" disponible, un excelente medio de diagnóstico a través de una pantalla LCD interactiva y una profundidad de chasis óptima de 24" para centros de datos con restricciones de espacio y entornos de HPCC.

Diseño con fines determinados

El PowerEdge R410 aprovecha las excelentes características comunes y la confiabilidad de los sistemas de Dell. El pestillo de liberación rápida en el rack y la ubicación específica de los puertos de la interfaz y de las fuentes de alimentación facilitan la instalación y la reimplementación. Las portadoras metálicas sólidas de los discos duros y el brazo de control totalmente de acero pueden aumentar aún más la integridad estructural.

El diseño específico del PowerEdge R410 reduce la complejidad, ofrece un enrutamiento ordenado de los cables para que el aire circule con eficacia y brinda un mantenimiento más sencillo. Una pantalla LCD ubicada al frente de la cubierta brinda acceso desde el pasillo para implementar el servidor.

Tecnología con uso optimizado de energía

El PowerEdge R410 incluye tecnologías optimizadas que reducen el consumo de energía y al mismo tiempo aumentan la capacidad de rendimiento de modo que pueda procesar más y consumir menos. Las unidades de la fuente de alimentación de bajo consumo de energía tienen el tamaño adecuado para los requisitos del sistema, con un diseño eficaz y mejorado en el nivel del sistema, administración térmica y energética basada en políticas, y componentes Energy Smart basados en estándares altamente eficaces. El sólido diseño de la canastilla del ventilador con módulos del ventilador que se quitan de un solo tirón permiten que el aire circule con eficiencia y facilitan el mantenimiento. El PowerEdge R410 con uso eficiente de la energía y compacto, está diseñado con valor y confiabilidad para entornos de HPCC.

Administración simplificada de sistemas

El conjunto de herramientas para la administración OpenManage™ de Dell de última generación está diseñado para brindar operaciones eficaces y comandos basados en estándares que se integran con los sistemas existentes para lograr un control eficaz.

La consola de administración de Dell (DMC) con tecnología Altiris™ de Symantec™ ayuda a simplificar las operaciones y a crear estabilidad reduciendo la

administración de infraestructuras a una sola consola. La consola proporciona una única vista y una fuente común de datos a la administración de infraestructura en su totalidad. DMC ofrece una base modular fácilmente extensible que puede brindar una administración básica del hardware o funciones más avanzadas, como la administración de activos y de seguridad. La consola de administración de Dell está diseñada para reducir o eliminar procesos manuales, lo que le permite ahorrar tiempo y dinero para un uso más estratégico de la tecnología.

La controladora del ciclo de vida de Dell, segura y eficiente, proporciona una capacidad de administración integrada a través de un único punto de acceso. La Interfaz del configurador de servidores unificado (USC) permite un fácil acceso a la herramienta que está integrada al sistema para mayor flexibilidad y capacidad. La controladora del ciclo de vida es una interfaz integrada para implementar los sistemas operativos con instalaciones de controladores, BIOS y actualización y reversión de firmware, configuración y diagnósticos de hardware.

Servicios de Dell

Los servicios de Dell permiten reducir la complejidad de TI, disminuir los costos y eliminar el rendimiento deficiente al hacer que TI y las soluciones para empresas trabajen mucho más para usted. El equipo de servicios de Dell adopta una visión integral de sus necesidades y diseña soluciones para su entorno y sus objetivos empresariales, a la vez que aprovecha métodos de entrega probados, talento local y conocimiento de dominio detallado para el menor TCO (costo total de propiedad).

El PowerEdge R410 con uso eficiente de la energía y compacto, está diseñado con el rendimiento y la confiabilidad necesarios para informática de alto rendimiento.

Característica	Especificaciones técnicas
Factor de forma	Rack de 1U
Procesadores	Procesador Intel® Xeon® series 5500 y 5600 de cuatro o seis núcleos
Sockets del procesador	2
Bus frontal lateral o HyperTransport	Intel® QuickPath Interconnect (QPI)
Caché	Hasta 12 MB
Chipset	Intel® 5500
Memoria ¹	Hasta 128 GB (8 ranuras DIMM): DDR3 de 1 GB/2 GB/4 GB/8 GB/16 GB hasta 1333 MHz
Ranuras de E/S	1 ranura PCIe G2 + 1 ranura de almacenamiento: Una ranura x16 Una ranura de almacenamiento x4
Controladora RAID	Interna: PERC H200 (6 Gb/s) PERC H700 (6 Gb/s) con 512 MB de memoria caché respaldada por la batería; 512 MB, 1 G de memoria caché no volátil respaldada por la batería SAS 6/iR PERC 6/i con 256 MB de memoria caché respaldada por la batería PERC S100 (basada en software) PERC S300 (basada en software) Externa: PERC H800 (6 Gb/s) con 512 MB de memoria caché respaldada por la batería; 512 MB, 1 GB de memoria caché no volátil respaldada por la batería PERC 6/E con 256 MB ó 512 MB de memoria caché respaldada por batería HBA externos (no RAID): HBA SAS de 6 Gbps HBA SAS 5/E HBA SCSI con PCIe LSI2032
Compartimientos de unidades	Opciones de conexión por cable o de intercambio en caliente disponibles: 4 discos duros cableados de 3,5" o 4 discos duros intercambiables en caliente de 3,5" o 4 discos duros intercambiables en caliente de 2,5" y Un compartimiento para unidad delgada de DVD-ROM o DVD+/-RW
Capacidad máxima de almacenamiento interno	Hasta 8 TB
Discos duros ¹	Opciones de disco duro de conexión en marcha: SSD SATA de 2,5", SAS (10.000) SAS de 3,5" SAS (15.000), SAS nearline (7.200), SATA (7.200) Opciones de disco duro cableado: SAS de 3,5" SAS (15.000, 10.000), SAS nearline (7.200), SATA (7.200)
Comunicaciones	Gigabit Ethernet de doble puerto Broadcom® NetXtreme® II 5716 integrada Adaptador Intel® Gigabit ET de dos puertos para servidor y adaptador Intel® Gigabit ET de cuatro puertos para servidor NIC Intel® de 10 GbE NIC Intel® de 1 GbE y un puerto NIC Intel® de 1 GbE y dos puertos NIC Intel® de 1 GbE y cuatro puertos NIC Broadcom® de 10 GbE NIC Broadcom® de 1 GbE y dos puertos Adaptador de dos puertos CNA Brocade® FC4 Brocade® y HBA de 8 GB Adaptador vertical Emulex® CNA iSCSI HBA OCE10102-IX-D
Fuente de alimentación	No redundante, 480 W (80+ BRONZE) Redundante opcional, 500 W (80+ GOLD)
Disponibilidad	Paquete de cuatro LED de diagnóstico o pantalla LCD de diagnóstico con chasis para disco duro intercambiable en caliente; TPM; discos duros intercambiables en caliente opcionales; fuente de alimentación intercambiable en caliente redundante opcional; controladora PERC 6/i RAID opcional con caché respaldada por la batería; chasis del disco duro intercambiable en caliente que no requiere herramientas
Video	Matrox® G200 integrado
Administración remota	BMC, cumple con IPMI 2.0 iDRAC6 Enterprise opcional, iDRAC6 Express
Administración de sistemas	Dell™ OpenManage™ Microsoft® System Center Essential (SCE) 2010 v2
Soporte de rack	Rieles deslizantes ReadyRails™ con brazo de administración de cables opcional para racks de 4 postes (se necesitan soportes de adaptador opcionales para racks de orificios con rosca); rieles estáticos ReadyRails™ para racks de 2 y 4 postes
Sistemas operativos	Microsoft® Windows® Small Business Server 2011 Microsoft® Windows® Small Business Server 2008 Microsoft® Windows Server® 2008 SP2, x86/x64 (x64 incluye Hyper-V™) Microsoft® Windows Server® 2008 R2, x64 (incluye Hyper-V™ v2) Microsoft® Windows® HPC Server 2008 Novell® SUSE® Linux® Enterprise Server Red Hat® Enterprise Linux® Para obtener más información sobre las versiones y agregados específicos, visite www.dell.com/OSsupport .
Aplicaciones de bases de datos destacadas	Soluciones de Microsoft® SQL Server® (consulte Dell.com/SQL)

¹ GB equivale a mil millones de bytes, y 1 TB equivale a 1 billón de bytes. La capacidad real depende del material que se haya cargado previamente y del entorno operativo, lo cual puede determinar que dicha capacidad sea menor.

Modelos preparados para OEM disponibles

Las plataformas preparadas para OEM son productos a disposición de los clientes OEM que brindan una forma rápida y simple de obtener una solución de marca personalizada. Para obtener más información, visite dell.com/OEM.

Obtenga más información en Dell.com/PowerEdge

© 2011 Dell Inc. Todos los derechos reservados. Dell, el logotipo de DELL, el distintivo de DELL, PowerEdge y OpenManage son marcas comerciales de Dell Inc. Es posible que en este documento se utilicen otras designaciones o marcas comerciales para hacer referencia a las entidades titulares de las marcas y designaciones, o a sus productos. Dell niega todo derecho de propiedad sobre las marcas y designaciones de terceros. Este documento solo tiene fines informativos. Dell se reserva el derecho de realizar cambios a cualquier producto que aparece aquí sin previo aviso. El contenido se proporciona tal como está y sin garantías expresas ni implícitas de ningún tipo.



Technical Specifications	DFL-210	DFL-800	DFL-1600	DFL-2500
--------------------------	---------	---------	----------	----------



Interfaces	Multiple User-Configurable Ports	1 Ethernet WAN Port 1 Ethernet DMZ Port ¹ 4 Ethernet LAN Ports	2 Ethernet WAN Ports 1 Ethernet DMZ Port ¹ 7 Ethernet LAN Ports	6 User-Configurable Gigabit Ports	8 User-Configurable Gigabit Ports
System Performance ²	Firewall Throughput ⁵	80Mbps	150Mbps	320Mbps	600Mbps
	VPN Throughput ⁶	25Mbps	45Mbps	120Mbps	300Mbps
	IPS Throughput ⁷	20Mbps	40Mbps	150Mbps	400Mbps
	Antivirus Throughput ⁷	10Mbps ⁴	20Mbps ⁴	—	—
	Concurrent Sessions	10,000 ⁴	20,000 ⁴	400,000	1,000,000
	New Sessions (per second)	2,000	4,000	10,000	15,000
	Policies	500	1,000	2,500	4,000
Firewall System	Transparent Mode	✓	✓	✓	✓
	NAT, PAT	✓	✓	✓	✓
	Dynamic Routing Protocol	—	OSPF		
	H.323 NAT Traversal	✓	✓	✓	✓
	Time-Scheduled Policies	✓	✓	✓	✓
	Application Layer Gateway (ALG)	✓	✓	✓	✓
	Proactive Network Security	—	ZoneDefense		
Networking	DHCP Server/Client	✓	✓	✓	✓
	DHCP Relay	✓	✓	✓	✓
	Policy-Based Routing	✓	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q VLAN	8	16	128	1024
	IP Multicast	IGMP v3			
Virtual Private Network (VPN)	Encryption Methods (DES/3DES/AES/Twofish/Blowfish/CAST-128)	✓	✓	✓	✓
	Dedicated VPN Tunnels	100	200 ⁴	1,200	2,500
	PPTP/L2TP Server	✓	✓	✓	✓
	Hub and Spoke	✓	✓	✓	✓
	IPSec NAT Traversal	✓	✓	✓	✓

Technical Specifications	DFL-210	DFL-800	DFL-1600	DFL-2500
--------------------------	---------	---------	----------	----------



System Management	Console Interface	RS-232			
	Web-Based User Interface	HTTP, HTTPS			
	Command Line/SSH	✓	✓	✓	✓
	Firmware Upgrade	✓	✓	✓	✓
	Config. Backup/Restore	✓	✓	✓	✓
User Authentication	Built-in Database	✓	✓	✓	✓
	RADIUS	✓	✓	✓	✓
	LDAP	Microsoft AD 2003/2008 OpenLDAP 2.2.26			
	Microsoft IAS	✓	✓	✓	✓
	XAUTH for IPSec Authentication	✓	✓	✓	✓
Logging and Monitoring	Internal Log	✓	✓	✓	✓
	External Log	Syslog Server			
	E-mail Notification	✓	✓	✓	✓
	Event Log and Alarm	✓	✓	✓	✓
	SNMP	SNMP v1/v2c, SNMP traps			
Traffic Load Balancing	Outbound Load Balancing	✓	✓	✓	✓
	Server Load Balancing	–	✓	✓	✓
	Outbound Load Balance Algorithms	Round-robin, Weight-based Round-robin, Destination-based, Spill-over			
	Traffic Redirect at Fail-Over	✓	✓	✓	✓
Bandwidth Management	Policy-Based Traffic Shaping	✓	✓	✓	✓
	Guaranteed Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Maximum Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Priority Bandwidth	✓	✓	✓	✓
	Dynamic Bandwidth Balancing	✓	✓	✓	✓

Technical Specifications	DFL-210	DFL-800	DFL-1600	DFL-2500
--------------------------	---------	---------	----------	----------



High Availability (HA)	WAN Fail-Over	✓ ³	✓	✓	✓
	Active/Passive Modes	—	—	✓	✓
	Device Failure Detection	—	—	✓	✓
	Link Failure Detection	—	—	✓	✓
	FW/VPN Session Sync.	—	—	✓	✓
Intrusion Detection & Prevention System (IDP/IPS)	Automatic Pattern Update	✓	✓	✓	✓
	DoS, DDoS Protection	✓	✓	✓	✓
	Attack Alarm via Email	✓	✓	✓	✓
	Advanced IDP/IPS Subscription	✓	✓	✓	✓
	IP Blacklist by Threshold or IPS/IDP	—	✓	✓	✓
Content Filtering	HTTP Type	URL Blacklist/Whitelist			
	Script Type	Java, Cookie, ActiveX, VB			
	E-mail Type	E-mail Blacklist/Whitelist			
	External Database Content Filtering	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—
Antivirus	Real Time AV Scanning	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—
	Unlimited File Size	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—
	Scans VPN Tunnels	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—
	Supports Compressed Files	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—
	Signature Licensor	Kaspersky ⁴		—	—
	Automatic Patter Update	✓ ⁴	✓ ⁴	—	—

Technical Specifications	DFL-210	DFL-800	DFL-1600	DFL-2500
--------------------------	---------	---------	----------	----------



Physical & Environmental	Power Supply	External Power Adapter		Internal Universal Power Supply	Internal Universal Power Supply
	Dimensions	235 x 162 x 36 mm Desktop Size	280 x 214 x 44 mm Desktop Size	440 x 254 x 44 mm 19-inch Standard Rack-Mount Width, 1U Height	440 x 454 x 44 mm 19-inch Standard Rack-Mount Width, 1U Height
	Operating Temperature	0° to 40° C			
	Storage Temperature	-20° to 70° C			
	Operating Humidity	5% to 95% non-condensing			
	EMI	FCC Class A CE Class A C-Tick VCCI			
	Safety	UL LVD (EN60950-1)	LVD (EN60950-1)		
	MTBF	186,614 Hours	140,532 Hours	71,965 Hours	101,819 Hours

¹ DMZ port is user-configurable

² Actual performance may vary depending on network conditions and activated services

³ Available when DMZ port is configured as WAN port

⁴ Supported from firmware 2.26.00 and above

Performance based on firmware 2.26.00 and above

⁵ The maximum firewall plaintext through is based on RFC2544 testing methodologies

⁶ VPN throughput is measured using UDP traffic at 1420 byte packet size adhering to RFC 2544

⁷ IPS and Anti-Virus performance test is based on HTTP protocol with 1Mb file attachment run on IXIA Ixload. Testing is done with multiple flows through multiple port pairs



D-Link Corporation
 No. 289 Xinhua 3rd Road, Neihu, Taipei 114, Taiwan
 Specifications are subject to change without notice.
 D-Link is a registered trademark of D-Link Corporation and its overseas subsidiaries.
 All other trademarks belong to their respective owners.
 ©2009 D-Link Corporation. All rights reserved.
 Release 17 (November 2009)