

TFC – Integración de Redes Telemáticas

Autor: IAGO MOSQUERA ESTEVEZ
E.T.T. Telemática

INDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
3 ALCANCE DEL PROYECTO	6
3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	6
3.2 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES	7
4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA.....	8
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA.....	8
4.2 INFRAESTRUCTURA DEL CPD	9
4.3 IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN	12
4.4 RED INALÁMBRICA DE LA ZONA URBANA.....	13
4.4.1 Zona Norte	13
4.4.2 Zona Centro.....	16
4.5 RED INALÁMBRICA INTERURBANA	18
4.5.1 Zona del Puerto	27
4.5.2 Zona Playa de Quenxe	28
4.5.3 Conexión de Dependencias Municipales	29
4.5.4 Simulaciones y Cálculos de Diseño	31
4.6 EMISIONES RADIOELÉCTRICAS	42
5 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DIMENSIONADO	42
5.1 EQUIPAMIENTO DE LA RED INALÁMBRICA.....	42
5.1.1 Tsunami MP.11 5054-Series.....	43
5.1.2 Proxim ORINOCO AP-700	44
5.1.3 Antena omnidireccional de 8 dBi 2,4 GHz (ANT)	44
5.1.4 Antena sectorial 120º 2,4GHz (Hyperlink).....	45
5.1.5 Antena sectorial 120/60º de 14/17 dBi 5 GHz (Proxim)	45
5.1.6 Antena de panel 23 dBi 5GHz (Mars)	45
5.1.7 Antena parabólica 28 dBi 5 GHz (RadioWaves).....	46
5.1.8 Cables y Conectores.....	46
5.1.9 Protectores contra cargas electrostáticas	47
5.1.10 Switch gestionable Allied Telesis AT-GS950/8	48
5.1.11 Armarios de instalación Himel PLMXX	48
5.2 EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE PROCESADO DE DATOS.....	48
5.2.1 Switch AT-9924SP	48
5.2.2 Gestor de Ancho de Banda – Allot NetEnforcer AC-802	49
5.2.3 SAI MGE Pulsar M 3000 RT.....	50
5.2.4 Monitorización de la Red.....	50
5.2.5 Gestión de Usuarios.....	51
5.2.6 Firewall Netasq U70.....	52
5.2.7 Servidor HP ProLiant DL360 G5.....	52
5.3 SERVICIOS OFRECIDOS	52
5.4 DECISIONES SOBRE EQUIPAMIENTO Y EQUIPAMIENTO ALTERNATIVO.....	53
6 ANALISIS Y RECOMENDACIONES SOBRE KITS DE USUARIO	54
6.1 ACCESO POR SOFTWARE - WINDOWS XP	55
6.2 ACCESO POR SOFTWARE - CLIENTE EAP-TTLS	55
6.3 EQUIPO CLIENTE 3COM WL-560	55
6.4 EQUIPO CLIENTE PEPLINK SURF 200 BG	55
6.5 CONCLUSIONES.....	56
7 GESTIONES CON LA COMISION DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES	57
7.1 REGISTRO DE ACTIVIDAD	57

7.2 EXPLOTACION DE ACTIVIDAD	57
7.3 TASAS DE OPERADOR.....	58
8 ESTIMACION ECONOMICA DEL PROYECTO	59
8.1 PRESUPUESTO	59
8.2 VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO	60
9 CONCLUSIONES FINALES.....	60

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es la presentación de la solución técnica para la instalación y puesta en funcionamiento de una red inalámbrica de transmisión de datos y acceso a Internet para el término municipal de Corcubión, dando cobertura a las zonas indicadas en el proyecto técnico, en dónde se incluirá tanto el núcleo urbano de Corcubión como zonas aledañas al mismo. Así mismo el diseño quedará preparado para posibilitar ampliaciones futuras en otras zonas del municipio de Corcubión.

Corcubión es un municipio español de la provincia de La Coruña (Galicia, España). Su superficie es de 6,52 Km² lo que lo convierte en el municipio menos extenso de toda la provincia.

Corcubión está formado por dos parroquias (Corcubión y Redonda) y está atravesado por la carretera C-552 que lo comunica con los municipios limítrofes y con La Coruña a 94 Km.

En este pequeño territorio los relieves más elevados rondan los 150 y 200 metros de altitud, sus coordenadas son:

- Latitud: 42° 54'00'' N
- Longitud: 90° 09'00'' W

VISTA GENERAL DE CORCUBION:

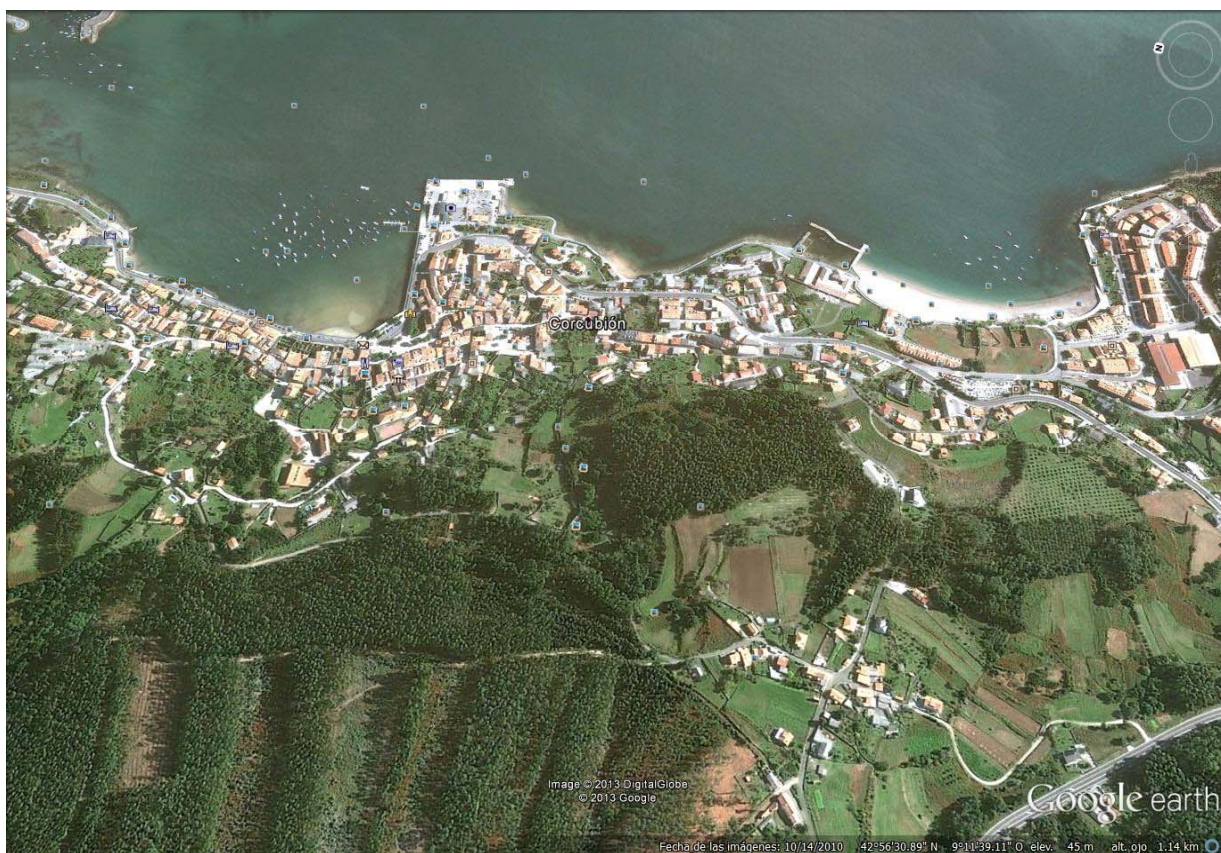


Figura 1-1 Vista General de Corcubión

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos fundamentales del presente proyecto son:

- Ofertar una solución de ingeniería, basada en el proyecto de ejecución, que cumpla con los parámetros de robustez, requisitos de estándares y homologaciones actuales.
- Despliegue de una red inalámbrica sobre una extensión limitada del Ayuntamiento, con el objetivo de proporcionar acceso a Internet en banda ancha para la zona urbana de Corcubión y que en un futuro permita una posible extensión de este servicio a otras zonas rurales del término municipal.
- Fomentar el desarrollo tecnológico a través de la puesta en marcha de servicios que acerquen progresivamente a las nuevas tecnologías a todos los habitantes del término municipal de Corcubión. Se pretende, por tanto, acelerar la penetración de la Sociedad de la Información y del conocimiento en dicho término municipal.
- Promover con esta iniciativa el desarrollo de otras actuaciones similares en otros municipios y poblaciones, con el objetivo de crear una red de redes que promueva las relaciones económicas, culturales y sociales entre comunidades, así como el acceso universal a Internet.

El objetivo principal del proyecto es el de proporcionar acceso a internet para los ciudadanos de Corcubión pero hay que tener en cuenta los aspectos legales de la misma.

Para que la red inalámbrica que proporcionará acceso a Internet a los usuarios sea legal, el Ayuntamiento tiene que darse de alta en la CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones).

Esto significa que el ayuntamiento será el equivalente a un operador tipo Telefónica, Vodafone, etc. Además la red tiene que autofinanciarse ya que el Ayuntamiento no podrá legalmente invertir dinero en una red de este tipo. Para ello tiene que cumplirse uno de los dos siguientes escenarios:

- Que los usuarios paguen por el uso de la red, con lo cual soportarían los costes de mantenimiento de la misma.
- Que haya una empresa privada que explote la red y pague por ello.

En nuestro caso serán los usuarios los que soporten los costes de mantenimiento de la red pagando cuotas establecidas por el ayuntamiento para darse de alta en la red y poder tener acceso a Internet.

En los siguientes apartados se desarrollará el alcance técnico del proyecto.

3 ALCANCE DEL PROYECTO

3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En todos los casos se seleccionarán equipos de fabricantes de reconocido prestigio y ya probados en redes inalámbricas con anterioridad, garantizando así el cumplimiento de los estándares tecnológicos más importantes y proporcionando un rendimiento acorde con los requerimientos expresados en el alcance del proyecto.

Para la selección de los equipos de la parte inalámbrica se hizo un rastreo completo del mercado llegando a la conclusión de que Proxim era la mejor opción calidad-precio, si bien posiblemente no sean los mejores equipos del mercado sí son equipos de gran robustez y con un coste contenido, de forma que la relación calidad-precio es la mejor.

Las características principales de la red propuesta son:

- **Arquitectura de la red:** La arquitectura de la red diseñada se divide principalmente en dos partes (será descrita con mayor detalle en los siguientes capítulos de este proyecto).
 - Por una parte un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) que se encarga de las funciones de control y seguridad de la red así como de realizar la interfaz de la red con el exterior (Internet). En el CPD se instalará un gestor de ancho de banda que asignará un ancho de banda determinado para cada tipo de usuario y nos permitirá garantizar la calidad del servicio asignado a cada usuario.
 - Por otra parte se contempla la red inalámbrica de banda ancha que incluye todos los elementos que permiten distribuir la señal a lo largo de la geografía del municipio. El alcance de la red viene marcado por los requerimientos definidos en este proyecto no contemplándose coberturas del 100% de la población al no dimensionarse como un servicio universal.
- **Estándar de acceso:** La interfaz de acceso del usuario final será de carácter inalámbrico cumpliendo el estándar 802.11 b/g (WiFi) que permita a tales usuarios conectarse utilizando adaptadores comerciales que estén certificados bajo el mencionado estándar. La inmensa mayoría de los clientes inalámbricos del mercado siguen este estándar. Estos adaptadores de usuario no están incluidos dentro del equipamiento derivado del alcance de este proyecto.
- **Red Troncal y de distribución:** Para esta red se utilizará la mejor solución posible en cada caso, contemplándose tanto soluciones cableadas como inalámbricas. En el caso de soluciones cableadas se optará por tecnologías de fibra óptica debido a su alto rendimiento y facilidad de instalación y en el caso de soluciones inalámbricas se optará por tecnología Pre-Wimax en bandas de frecuencia de uso libre.

Se podría hablar mucho de WiFi, Pre-Wimax y Wimax. En este caso el Pre-Wimax no es más que una evolución del WiFi 802.11a. Wimax funciona en banda licenciada, con lo cual los costes se disparan, no funciona en la banda de 5GHz sino en 2.5 ó 3.5 GHz.

Se ha optado por una solución basada en Pre-wimax para los enlaces radio y WiFi para el acceso debido a los costes. No tiene sentido orientar el proyecto para realizar la distribución en banda licenciada si se puede hacer en banda libre. Esto permitirá ajustar lo máximo posible el presupuesto.

3.2 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

El funcionamiento de esta red está orientado a un modelo WISP, es decir de un proveedor de acceso a Internet por medio de tecnologías inalámbricas (Wireless) el cual implica un diseño que garantice los más altos requisitos en cuanto a calidad y rendimiento.

De modo genérico las especificaciones funcionales de la red son las que se muestran a continuación:

- Los usuarios que se encuentren situados dentro del área de cobertura de la red municipal, una vez conectados podrán navegar y tener acceso a Internet aprovechando las características técnicas de la infraestructura desplegada.
- Para poder acceder a la red implantada cada usuario necesitará de un elemento de conexión compatible con el protocolo estándar 802.11 b/g (WIFI) que hará funciones de amplificador de la señal y de interfaz de conexión, si bien también podrán hacer uso de aquellos elementos estándar de conexión como pueden ser una tarjeta de tipo PCI, USB, PCCard, tarjetas integradas, etc. allí donde las limitaciones de dichos elementos estándar lo permitan.
- La solución presentada en este proyecto incluye los elementos necesarios para controlar el acceso de los usuarios, para monitorizar y controlar los elementos de la red desplegada así como para garantizar la seguridad telemática en los servicios ofertados por la red.
- La red ofrecerá dos tipos de conexión para los usuarios inalámbricos dependiendo del ancho de banda necesario. La opción básica consistirá en una conexión de 1 Mbps simétrico mientras que la segunda posibilidad ofrecerá un ancho de banda de descarga de 6 Mbps, siendo la subida de 2 Mbps. Tendremos, por tanto, dos tipos de usuarios en función de la tarifa que escojan en el momento de darse de alta en dicho servicio a través del ayuntamiento. Ambos anchos de banda (1/1 Mbps y 6/2 Mbps) se controlarán a través de un gestor de ancho de banda (Allot NetEnforcer 800) que estará ubicado en el CPD conectado al switch principal. El mencionado gestor de ancho de banda se encargará de asignar el ancho de banda para según el tipo de usuario que se conecte a la red al mismo tiempo que garantizará la calidad del servicio para cada usuario.
- Será responsabilidad del ayuntamiento la solicitud de un acceso a Internet. Teniendo en cuenta el volumen de usuarios estimado, se recomienda la contratación de 4 líneas ADSL que serán las encargadas de proporcionar la salida a Internet para la red propuesta. Estas líneas ADSL serán balanceadas mediante el Firewall para dar salida a los usuarios de forma que todas estarán activas.

4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA

En el siguiente gráfico se muestra de manera esquemática la arquitectura de la red diseñada:

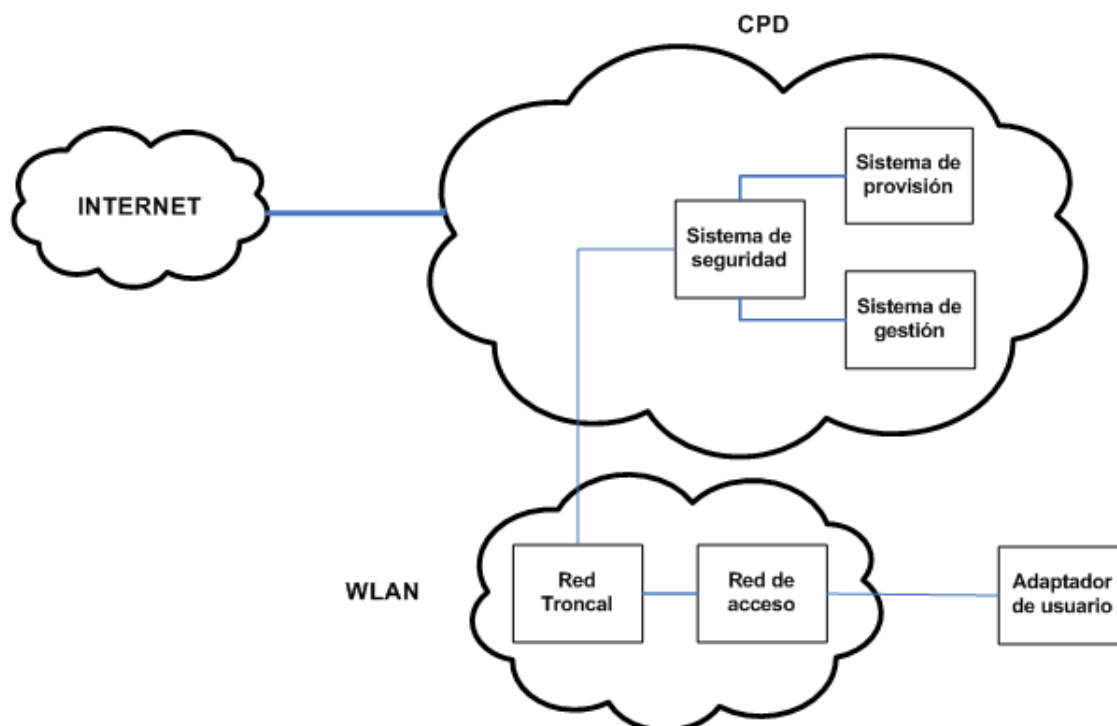


Figura 4-1 Diagrama de arquitectura

La arquitectura reflejada consta de los siguientes elementos:

- **Centro de Proceso de Datos (CPD):** Será el encargado de las funciones de control y seguridad de la red así como de realizar la interfaz con el exterior (Internet). En este punto es donde se agrupan todos los elementos encargados de asegurar el correcto control y gestión de la red.
- **Red Troncal:** La red troncal o red de distribución será la encargada de transportar la señal desde el centro de procesamiento de datos hasta aquellos puntos donde está planeado desplegar una red de acceso. Esta red troncal puede ser cableada (fibra óptica), inalámbrica (Pre-Wimax) o mixta entre ambas, utilizando la tecnología más apropiada en función de las características de la zona a cubrir y tratando siempre de buscar la solución más efectiva en términos de rendimiento, coste, facilidad de despliegue e impacto ambiental. En los apartados siguientes se describirá de forma más detallada la tecnología utilizada en cada caso.
- **Red de acceso:** Esta parte de la red constituye la interfaz que permitirá a los usuarios finales acceder a los servicios proporcionados. Dicha red de acceso será de carácter inalámbrico, cumpliendo el estándar 802.11 b/g (WIFI) y proporcionando cobertura a aquellas zonas donde se concentra el mayor número de usuarios finales, según las indicaciones dadas por el Ayuntamiento.

El alcance de dichas zonas y por lo tanto del % de población cubierta depende de las indicaciones dadas por el ayuntamiento no contemplándose cobertura para el 100% de la población.

- **Adaptador de usuario:** El adaptador de usuario permite al usuario final conectarse a la red de acceso, la red se diseñará para ser compatible con los adaptadores comerciales que cumplan el estándar 802.11 b/g (WIFI). Dichos adaptadores no estarán incluidos en el alcance del proyecto.

GRAFICO DE LA RED PROPUESTA

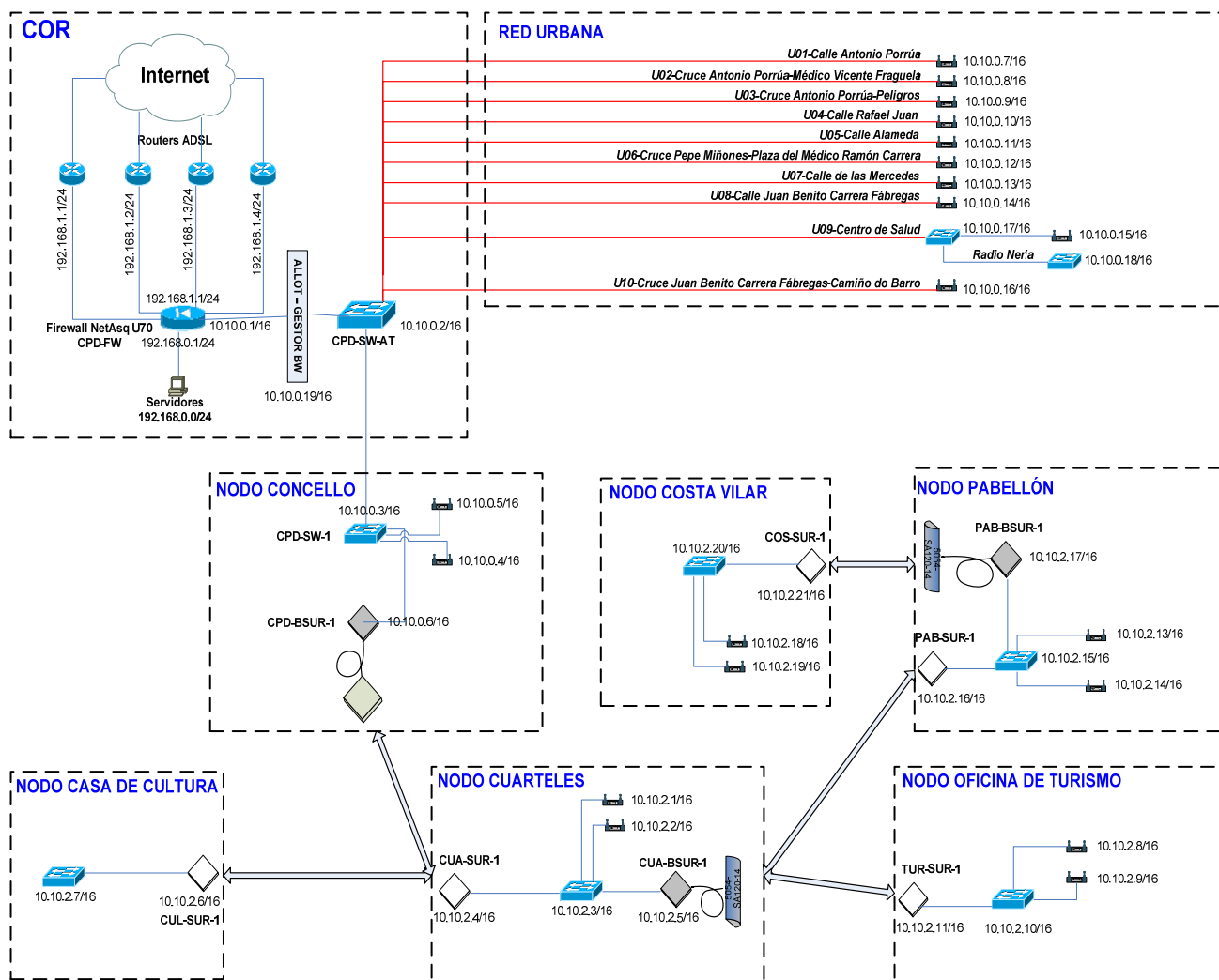


Figura 4-2 Esquema de la Red propuesta

4.2 INFRAESTRUCTURA DEL CPD

El Centro de Proceso de Datos (CPD) estará ubicado en las dependencias del edificio del Ayuntamiento que constituirá el núcleo de la red.

Se dimensionará de manera que permita realizar todas las funciones de control, gestión y seguridad de la red desplegada y de los usuarios que hagan uso de ella, así como para permitir su crecimiento de cara a futuras ampliaciones.

Concretamente, este se instalará en un sala situada en la planta de acceso al edificio consistorial, en dónde se encuentran los cuadros eléctricos, dada su buena protección anti-intrusión (dispone de puertas metálicas) y la existencia de canalizado hacia la zona de entrada al edificio y hacia la cubierta en la que se colocarían los equipos inalámbricos, así como de espacio suficiente para la colocación del equipamiento dimensionado (rack, SAI, servidores, etc.),

En el CPD se instalará un rack de comunicaciones de 42U de altura y medidas 800x1000 mm. Este armario se utilizará para colocar el equipamiento activo que se instale.



Figura 4-3 Rack de 42U

En el armario se colocará un switch AT 9424T/SP Gigabit de capa 3 y con 24 puertos, que permite realizar, la conexión de la red inalámbrica con el acceso a Internet proporcionado por el Ayuntamiento, así como la conexión de posibles sistemas.



Figura 4-4 Switch AT-9424T/SP

También se instalará un gestor de ancho de banda de la serie de dispositivos Allot NetEnforcer AC-800 que permitirá asignar un ancho de banda determinado en función del tipo de usuario conectado. Esto se realiza mediante la utilización de la tecnología de Inspección profunda de paquetes (DPI) con capacidad para aplicar QoS. Estos dispositivos monitorizan y controlan el tráfico de la red y el comportamiento de los usuarios además de optimizando así los flujos de tráfico y permitiendo ofrecer varias velocidades de operación.



Figura 4-5 Allot NetEnforcer AC-800

Además también se colocará un SAI del fabricante MGE modelo Pulsar M de 3 KVA que se utilizará para proteger el equipamiento instalado en el CPD frente a inestabilidades en el suministro eléctrico.



Figura 4-6 SAI MGE Pulsar 3 KVA

ESQUEMA DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS

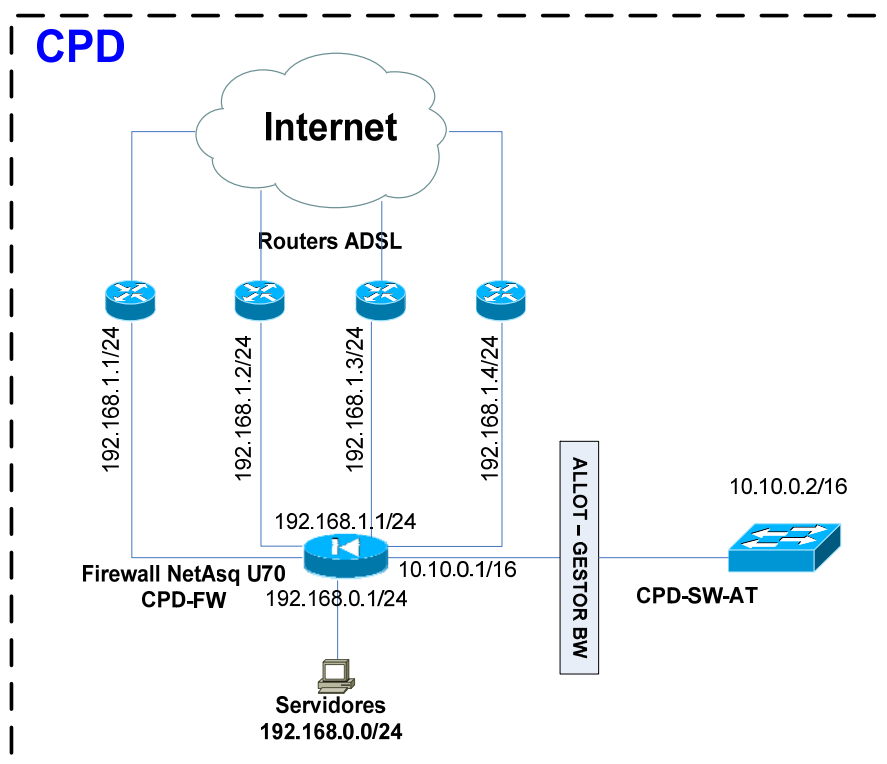


Figura 4-7 Esquema CPD

4.3 IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN

La arquitectura del CPD se compone de los elementos necesarios para implementar los sistemas de seguridad, provisión y gestión necesarios, para ello se incluye el siguiente equipamiento:

- Un switch Gigabit de capa 3 y con 24 puertos, que permite realizar de manera óptima y controlada la conexión de la red inalámbrica con el acceso a Internet proporcionado por el ayuntamiento, así como la conexión de posibles sistemas.
- Un firewall con antivirus. Este dispositivo se instalará para proteger de forma controlada el acceso a los sistemas desde Internet o desde la red de usuarios y aporta, entre otras cosas funcionalidades de seguridad como cortafuegos, antispam, antivirus..etc.
- Un servidor equipado con dos CPUs de cuatro núcleos, 10 GB de memoria y 2 discos de 146 GB SAS, sobre los que se generará un entorno de sistemas virtuales suficiente para todos los sistemas necesarios y dejando margen de crecimiento futuro.
- Una licencia Vmware Infrastructure Foundation Pack, para generar el entorno de virtualización sobre el que se instalarán todos los sistemas.
- Una licencia de Radiator, que será la aplicación encargada de realizar las funciones de autenticación, control de acceso y gestión de usuarios.
- Los paquetes de software Nagios e Cacti, encargados de proporcionar las funciones necesarias para la monitorización del estado de la red y de todos los elementos que la componen.

Las tecnologías de virtualización de sistemas proporcionan una base para el mejor aprovechamiento de los sistemas informáticos. Estas tecnologías y en concreto las del fabricante Vmware, la más avanzada del mercado, permiten la instalación de múltiples sistemas virtuales cada uno con su propio sistema operativo, dentro de un mismo sistema físico, pero manteniendo una total independencia entre los mismos. De este modo, únicamente en un sistema físico equipado con una cantidad importante de memoria y disco, se podrán instalar todos los sistemas operativos necesarios para la plataforma.

Para este proyecto donde son necesarios múltiples sistemas pero donde ninguno de ellos necesita de unos grandes niveles de rendimiento constituye el entorno ideal para una instalación de plataforma virtual. De este modo en un solo sistema físico equipado con memoria suficiente se podrán instalar todos los sistemas operativos necesarios para la plataforma.

El sistema básico de autenticación y control de usuarios es el Radiator, que es una implementación del protocolo estándar RADIUS de control de acceso. Se instalará un servidor Radius (sobre plataforma LINUX) en el servidor físico propuesto. El servicio RADIUS es el más crítico desde el punto de vista de los usuarios ya que de él depende la conexión a la red.

El sistema de gestión de usuarios está basado en la aplicación RADmin, que utiliza la misma base de datos que el RADIUS, de forma que la base de datos es única para todos los sistemas. Este sistema se instalará sobre una plataforma Linux, y permite dar altas/bajas/modificaciones de usuarios, creación de múltiples servicios (por ejemplo, diferentes anchos de banda) integrados con RADIUS, todo esto a través de una interfaz de tipo Web totalmente personalizable. Esta interfaz se parametrizará para generar listas de usuarios en un formato que pueda ser interpretado por las aplicaciones de facturación del mercado, o bien por sistemas de banca electrónica, para llevar a cabo el cobro de servicios a usuarios en caso necesario.

Aprovechando el sistema Cluster Server, el servicio DHCP también funcionará bajo los mismos sistemas virtuales. Este servicio será necesario para la asignación de direcciones IP's a los usuarios.

4.4 RED INALÁMBRICA DE LA ZONA URBANA

Con el objeto de obtener un diseño de arquitectura óptimo, se decidió realizar la red inalámbrica de la zona centro del casco urbano de Corcubión atendiendo a las siguientes características:

- **Red de distribución:** Se realizará siguiendo una arquitectura cableada, dada la arquitectura de las calles del casco viejo de Corcubión (distancias cortas). Dicha arquitectura consistirá en el despliegue de una trazada de fibra óptica de exteriores entre cada uno de los puntos de acceso, la cual aporta grandes prestaciones y facilidad de despliegue.

El recorrido de la red troncal se dimensionará de manera que comprenda las principales calles del casco histórico, dando prioridad a las zonas con más concentración de edificios así como a aquellos lugares y espacios públicos de especial interés.

Es importante destacar que el dimensionamiento de la trazada de fibra se realizó de manera que en cada uno de los nodos queden siempre dos fibras de reserva que permitan tener una línea de backup o implementar futuras ampliaciones si fuese necesario.

Así mismo, de manera paralela a la trazada de fibra óptica se extenderá una trazada de cable eléctrico que permita alimentar de manera centralizada cada uno de los nodos que forman esta parte de la red.

- **Red de Acceso:** La red de acceso se realizará mediante la implementación de puntos de acceso que cumplan el estándar 802.11 (WIFI) con antenas omnidireccionales o sectoriales que permitan obtener la mayor zona de cobertura posible.

En los siguientes apartados de este proyecto se describirá de manera más detallada el diseño de la red de zona urbana. Para el estudio de este diseño se dividió el casco urbano en dos zonas (Norte y Centro) atendiendo únicamente a razones de facilidad en la exposición de la explicación.

4.4.1 ZONA NORTE

Como se menciona en el párrafo anterior la red troncal en el casco urbano se basa en una tirada de fibra óptica de exteriores que recorre las principales calles de la ciudad, intentando dar una cobertura óptima a la mayor parte del casco urbano así como a aquellas zonas públicas que pueden tener cierto interés (plazas, parques, etc.).

Así, lo que se contempla como zona norte comprende una trazada que sale del edificio del ayuntamiento y recorre la Calle Antón Porrúa, continuando por la calle Rafael Xoan. Durante este recorrido, se instalarán un total de 5 puntos de acceso localizados en aquellos puntos que proporcionan una cobertura óptima en esta parte del casco urbano.



Figura 4-8 Esquema de la red Urbana – Zona Norte

La arquitectura de estos 5 nodos es la siguiente:

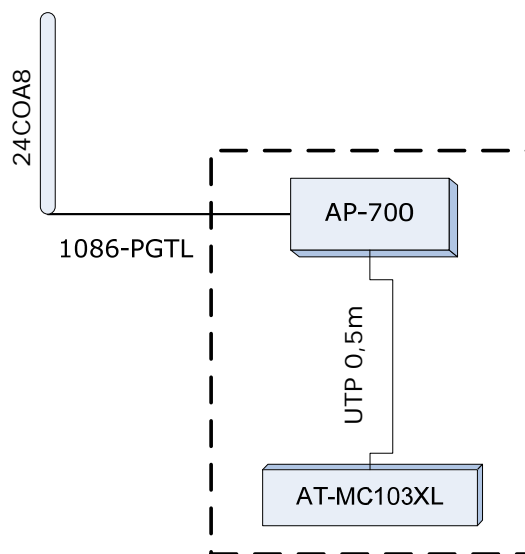


Figura 4-9 Esquema Nodo Red Urbana

Cada uno de estos nodos de la red urbana estará compuesto simplemente por un punto de acceso que irá conectado a una antena externa omnidireccional de 8 dBi de ganancia.

El punto de acceso se unirá a la red de distribución mediante un conversor fibra-cobre. En estos casos no será necesaria la instalación de un switch debido a que simplemente se conectará el AP. El punto de acceso será el encargado de radiar los SSID para que se conecten los usuarios a la red.

Los nodos de la parte urbana estarán formados por el siguiente material:

- Un cofre contenedor que será el encargado de albergar todo el equipamiento del nodo. Este cofre dispondrá de rejillas de ventilación e incluso ventilador si fuese necesario para evitar el sobrecalentamiento de los equipos electrónicos.
- Un panel de conexión de fibra óptica en el que se realizarán las fusiones de fibra procedentes de la red cableada de distribución.
- Un switch que dispondrá de interfaces en cobre (RJ45) y también de fibra. Al switch se conectará tanto la fibra óptica procedente del panel de conexión como los equipos que haya en el cofre.
- Un punto de acceso inalámbrico con conector para antena externa.
- Una antena omnidireccional, de tamaño compacto que estará anclada al cofre en la parte exterior.
- Un pequeño SAI que funcione como protector contra picos de tensión y evite que los equipos se estropeen.
- Un pequeño cuadro eléctrico con las protecciones necesarias para el nodo.

En la siguiente figura se puede ver gráficamente el contenido de un nodo de la red urbana:

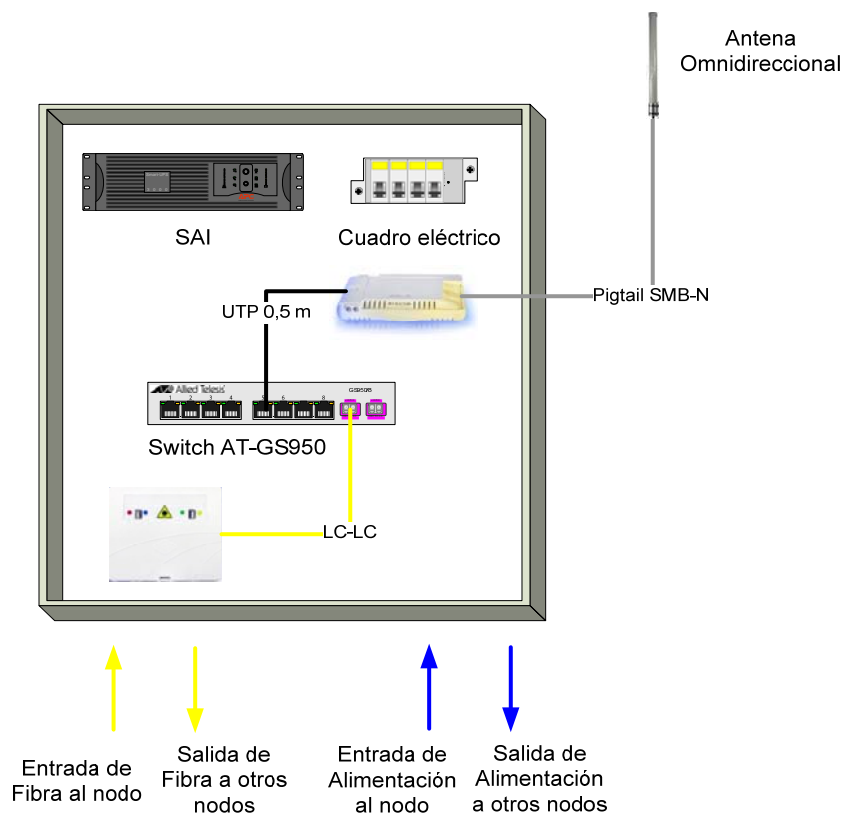


Figura 4-10 Esquema contenido Nodo Red Urbana

4.4.2 ZONA CENTRO

La zona centro abarca las calles del casco urbano que van desde la Plaza del Mercado hasta la calle del Campo de la Viña.

La trazada principal recorre hacia el sur la calle Pepe Miñones, baja hasta el centro de salud y vuelve a subir a la calle de Xoan Benito Fábregas. De esta trazada principal sale un ramal, a partir del nodo de la plaza de la constitución que llega hasta la plaza de la Iglesia. La primera trazada recorre la calle San Marcos y llega hasta la Avenida de la Marina, el segundo de ellos llega hasta el centro de salud.

Igual que en caso de la zona norte, a lo largo de esta trazada de fibra, se localizan un total de 5 puntos de acceso, de manera que se consiga la mejor cobertura posible.

La arquitectura de estos cinco nodos será exactamente la misma a la descrita para los nodos de la zona Norte.



Figura 4-11 Esquema red urbana – zona centro

En cuanto a la localización de los puntos de acceso en el casco urbano, hay un conjunto de recomendaciones que se tuvieron en cuenta. Entre ellas que las frecuencias en la banda de 2,4 Ghz son también utilizadas por otras tecnologías sin hilos que pueden interferir con el servicio inalámbrico, por ejemplo microondas y otros dispositivos comerciales con tecnología Bluetooth que trabajan utilizando la misma banda. No obstante hay casos como el de los teléfonos con tecnología inalámbrica DECT que operan a 1900 Mhz, por lo que no interfieren.

Así mismo el movimiento de personas o vehículos también puede reducir el nivel de señal por lo que la situación de los puntos de acceso siempre se llevará a cabo a alturas superiores al nivel de las personas y otros objetos en movimiento del entorno.

También se debe tener en cuenta que dichos puntos de acceso inalámbricos deben conectarse a una toma de red eléctrica, lo que condiciona la búsqueda de localizaciones idóneas.

Una solución que permitiría la negociación física de datos y de alimentación sería el despliegue de una troncal de fibra óptica, pareada a una troncal eléctrica que permita realizar el arranque y apagado del sistema sin necesidad de desplazarse físicamente a los nodos instalados.

Otra alternativa posible para la alimentación eléctrica de los equipamientos sería que el ayuntamiento proporcionase dicha alimentación en aquellos puntos donde se decidan instalar los puntos de acceso.

Una vez determinadas las áreas a cubrir se consideró como la opción más adecuada la de instalar puntos de acceso con antenas omnidireccionales que permiten cubrir una superficie de 360°

alrededor del equipo o antenas sectoriales que permiten orientar la cobertura hacia determinadas zonas, consiguiendo a su vez ambas soluciones una óptima penetración de la señal en los edificios.

Dada la distribución paralela de las calles a cablear, se consideran en un principio como idóneas las antenas omnidireccionales de 8 dBi, que permiten conseguir una buena SNR.

El dimensionamiento de la trazada de fibra se hará de forma que a cada nodo lleguen cuatro fibras, dos de ellas se utilizarán para dar conectividad al nodo y las otras dos quedarán como reserva para posible resolución de incidencias o para implementar futuras ampliaciones.

La instalación de la trazada de fibra y cable eléctrico irá siempre en paralelo a las trazadas de electricidad existentes por el casco urbano, siguiendo el mismo recorrido que éstas.

Los armarios y las antenas se instalarán siempre sobre infraestructuras ya existentes tales como postes, farolas, etc, tratando siempre de que sean de propiedad municipal.

Se descarta la instalación de antenas en las azoteas de los edificios por el efecto paraguas que producen impidiendo que la señal alcance de manera óptima las plantas inferiores.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se realizó un plano de frecuencias inicial para obtener la mejor protección frente a interferencias entre puntos de acceso contiguos, este plano de frecuencias se mostrará en el apartado correspondiente, siendo importante remarcar que este plan de frecuencias inicial se deberá comprobar y ajustar una vez se realicen las instalaciones físicas y se comprueben las influencias de la arquitectura del casco urbano en los diagramas de radiación, estas tareas de ajuste y optimización de la red forman parte de la metodología habitual en cualquier tipo de despliegue inalámbrico.

4.5 RED INALÁMBRICA INTERURBANA

Dadas las características particulares, tanto orográficas como de dispersión de la población de la zona exterior al núcleo urbano del ayuntamiento de Corcubión, se diseñó una arquitectura de red con las siguientes características para dicha zona exterior:

- **Red Troncal:** La red de distribución se realizará mediante una arquitectura inalámbrica utilizando radio enlaces punto a punto y punto a multipunto en la banda libre de 5GHz(UNII) y equipamiento Pre-Wimax. Dichos radioenlaces, ofrecen unos rangos de alcance y unas capacidades de transmisión que se ajustan a los requerimientos del presente proyecto, permitiendo cubrir grandes distancias con un coste razonable y permitiendo además una fácil ampliación del sistema en el caso de ser requerida en un futuro.
- **Red de acceso:** La red de acceso se realizará mediante la implantación de estaciones de base rurales formadas por puntos de acceso que cumplan el estándar 802.11 (WIFI) con antenas sectoriales de 120º que permitan obtener la mayor zona de cobertura posible.

El esquema de esta arquitectura, incluyendo todos los emplazamientos que la conforman se puede observar en el siguiente diagrama:



Figura 4-12 Esquema Red Interurbana

Estos emplazamientos, de forma general, estarán formados por:

- Una Unidad subscriptora Pre-Wimax o unidad de estación base Pre-Wimax o ambas (todas exteriores).
- Un switch con interfaces RJ45 y también de fibra para realizar la interconexión de los distintos elementos que forman parte del nodo.
- Uno o dos puntos de acceso inalámbricos con conector para antena externa.
- Una o dos antenas sectoriales de alta ganancia que estarán colocadas en el exterior, de tamaño compacto que estarán ancladas en el exterior del cofre contenedor.
- Un pequeño SAI que funcione como equipo de protección eléctrica que proteja a los elementos del nodo de picos de corriente.
- Un cuadro eléctrico con los térmicos y diferenciales necesarios.

El siguiente esquema muestra de manera esquemática la composición genérica de un nodo tipo interurbano:

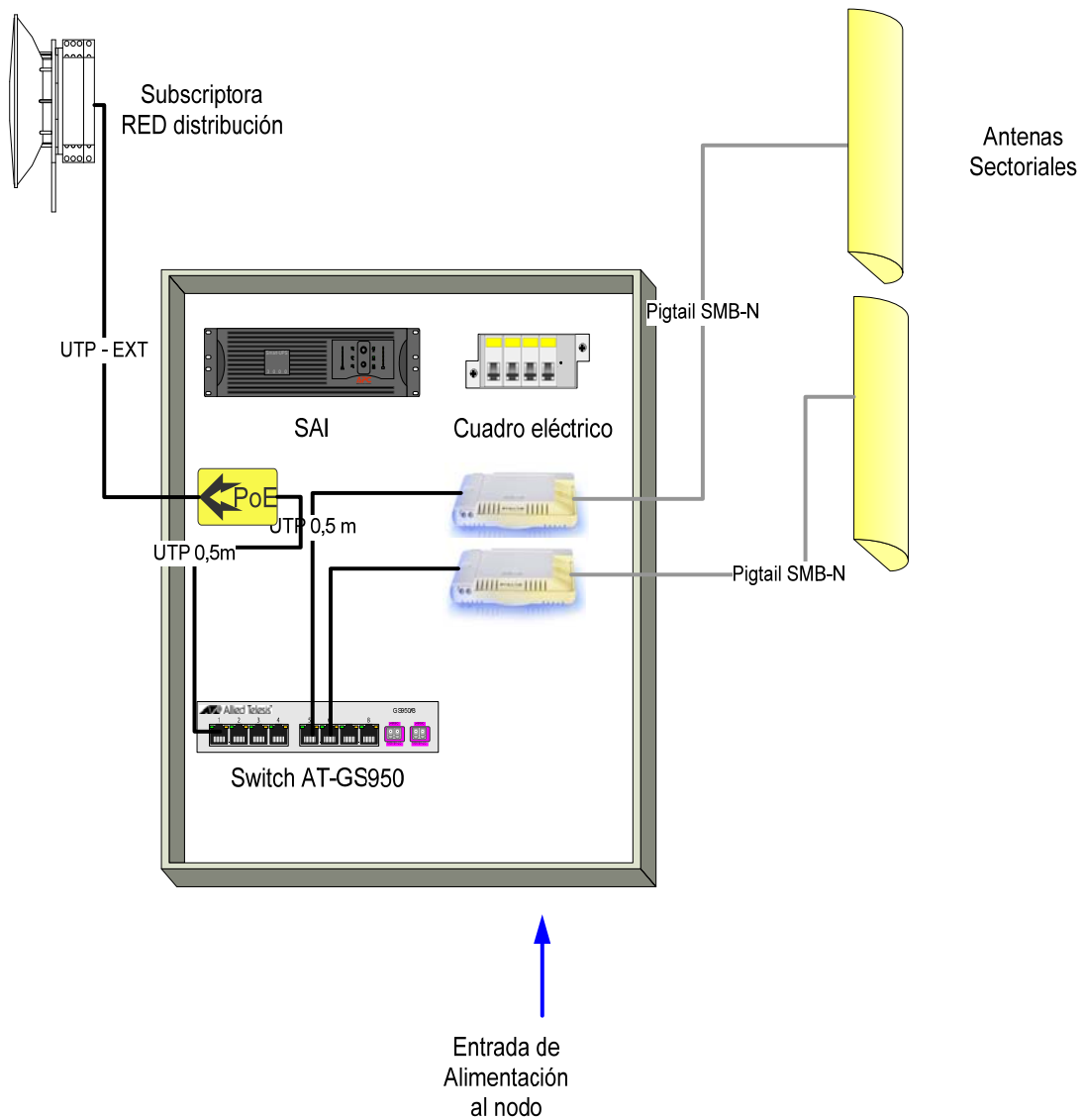


Figura 4-13 Esquema contenido Nodo Red Interurbana

A continuación se muestra un esquema y la explicación pertinente de cada tipo de nodo existente:

NODO CPD (AYUNTAMIENTO)

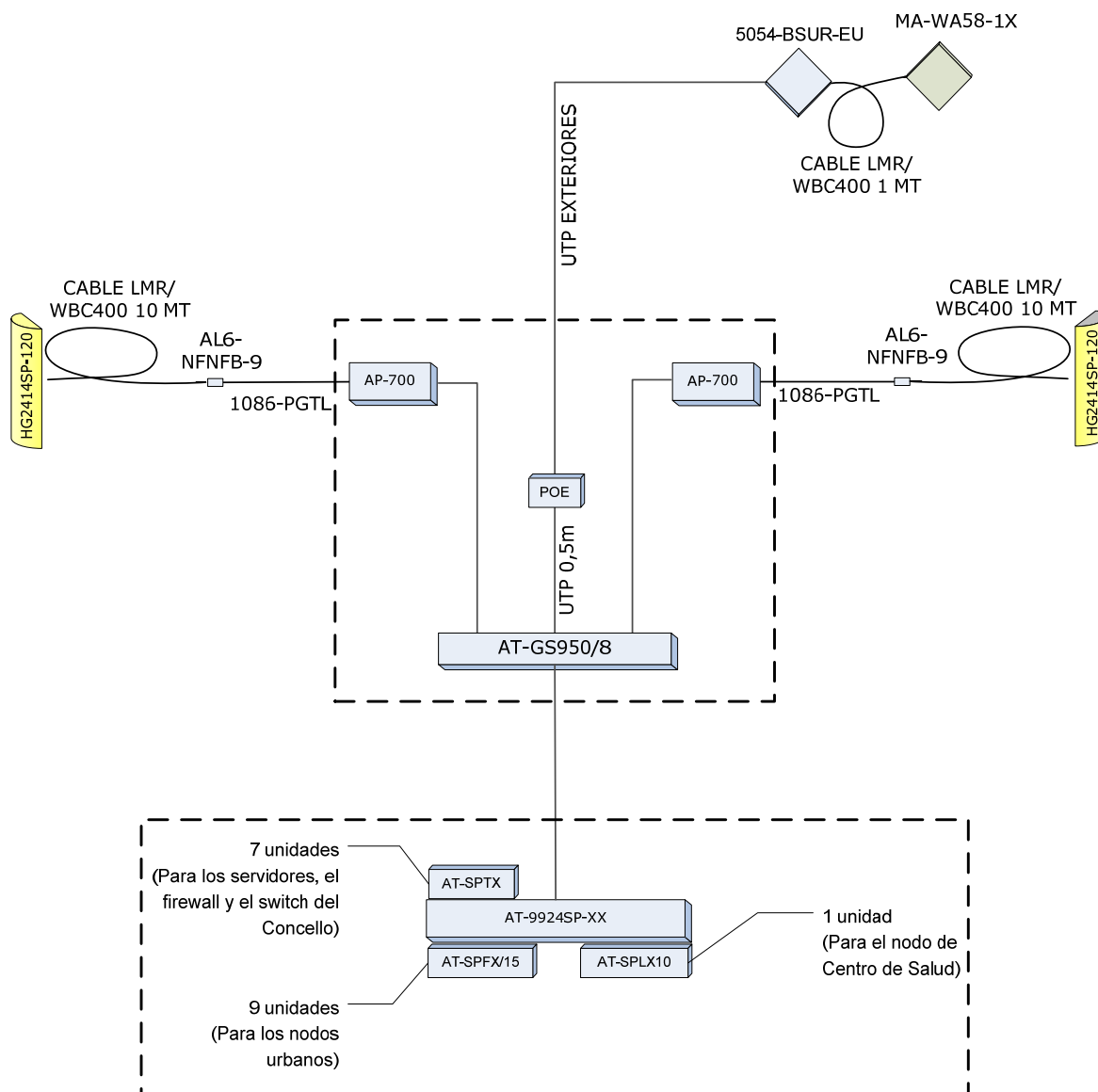


Figura 4-14 Nodo CPD

El nodo del Ayuntamiento, en el que se encuentra la red es probablemente el más complejo.

Podemos dividirlo en 2 partes: por un lado está la infraestructura dedicada a la conexión de los distintos nodos de la red urbana y en la que se centraliza todo y por otro la infraestructura tanto de distribución como de acceso del Ayuntamiento.

La primera parte está formada por el switch de capa 3 (AT-9924SP) que dispone de 24 puertos de conexión mediante SFP. A él se conectarán en cobre los servidores, el firewall y el switch del nodo mientras que lo harán en fibra óptica los 9 nodos urbanos existentes.

En la segunda parte habrá un switch AT-GS950/8 que se enlazará al switch central de la red anteriormente explicado y él se conectarán 2 puntos de acceso AP-700 y un inyector PoE (*Power over Ethernet*). El PoE servirá de alimentador para la estación base (BSUR) que se instalará en el

exterior para llevar la red mediante un radioenlace hasta la zona de Cuarteles. Esta BSUR irá conectará a una antena de panel de 23 dBi de ganancia. Los puntos de acceso, en este caso, contarán con antenas externas sectoriales de 120 grados y 14 dBi de ganancia, y serán los que permitan la conexión de los usuarios a la red (acceso).

NODO CENTRO DE SALUD

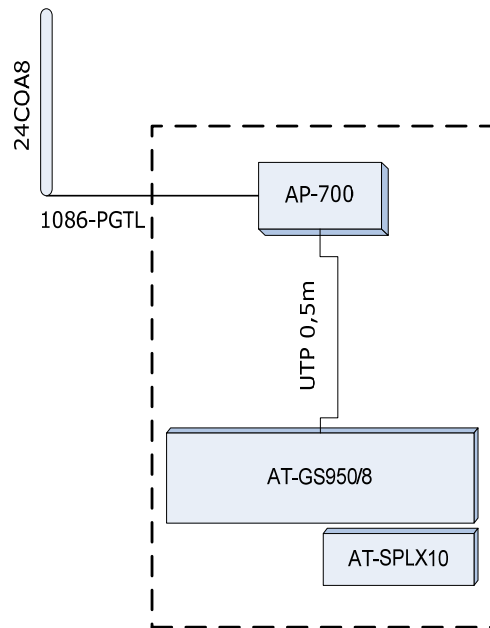


Figura 4-15 Nodo Centro de Salud

Este nodo es un caso particular de los de la red urbana porque será necesaria la instalación de un switch de 8 puertos. La red llegará mediante fibra óptica que se fusionará en una caja de fusiones. De ahí y mediante un latiguillo, se conectará al switch a través de un SFP.

Del mismo modo que en el resto de nodos de la red urbana habrá un punto de acceso, conectado en este caso al switch en lugar de a un conversor, que dispondrá de una antena externa omnidireccional de 8 dBi.

NODO CUARTELES

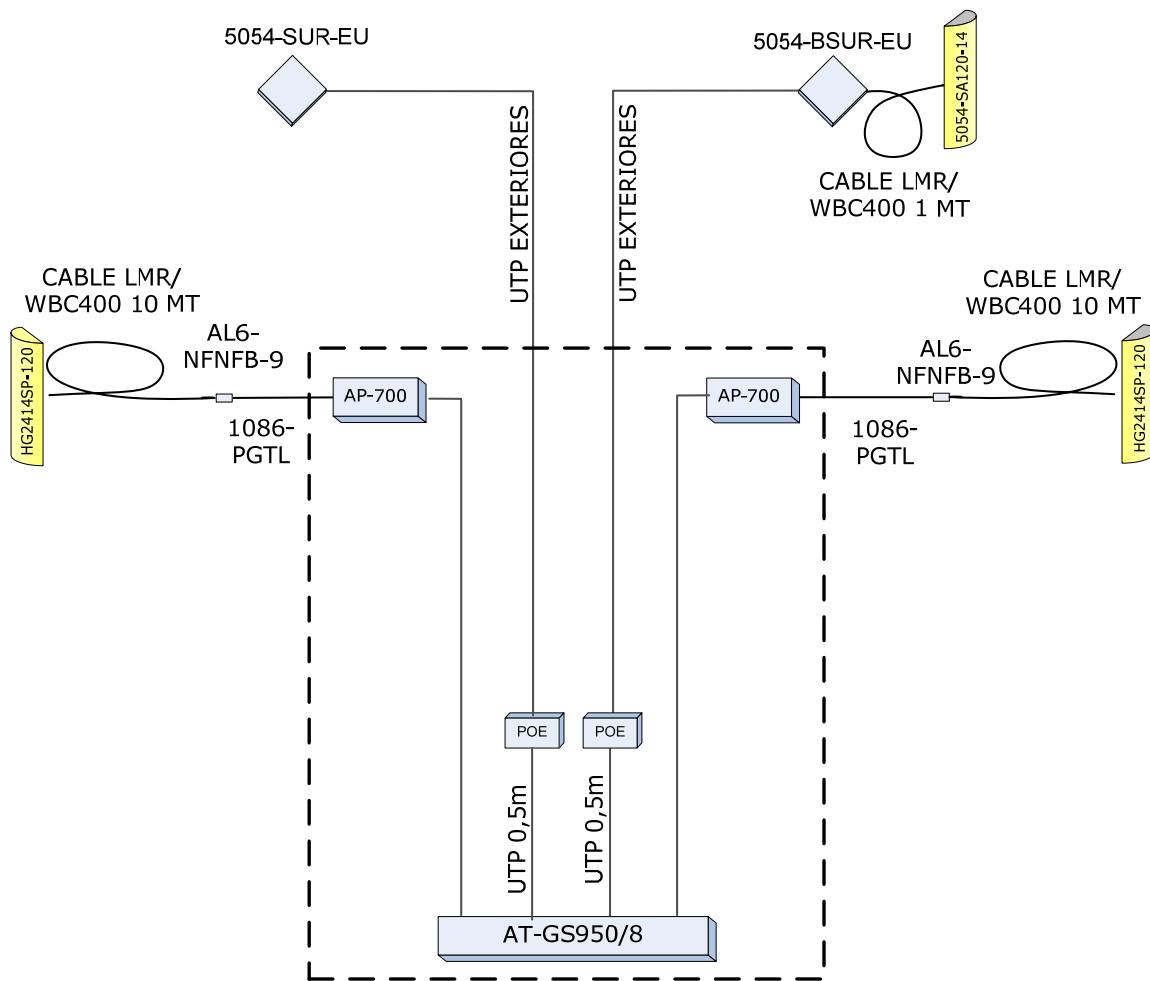


Figura 4-16 Nodo Cuarteles

El nodo de Cuarteles tiene la particularidad de que sirve como enlace entre Ayuntamiento y varios de los demás nodos de la red interurbana. Esto es debido a que su posición es más elevada y dispone de visión directa con estos últimos.

La red llegará al nodo mediante la unidad suscriptora (SUR) que dispone de una antena integrada de 23 dBi y que se enlazará con el nodo de Ayuntamiento. Aquí, se dará servicio a los usuarios mediante 2 puntos de acceso que dispondrán cada uno de una antena sectorial de 120 grados y 14 dBi de ganancia. Además, el nodo dará servicio a los siguientes: Pabellón, Casa de Cultura y Oficina de Turismo. Esto se conseguirá mediante una estación base (BSUR) que llevará conectada una antena de 120 grados y 14 dBi, en este caso en la frecuencia de 5 GHz.

Teniendo en cuenta lo anterior, el nodo tendrá: un switch, 2 puntos de acceso, 2 inyectores PoE, una estación suscriptora y una estación base.

NODO CASA DE CULTURA

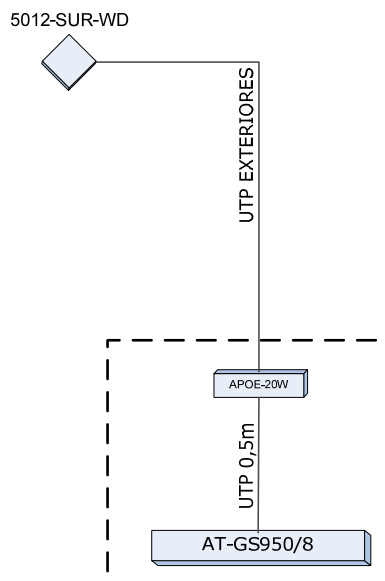


Figura 4-17 Nodo Casa de Cultura

El nodo de la Casa de la Cultura no dará servicio de red inalámbrica para usuarios pero sí dará servicio a los trabajadores del Centro. Este nodo tendrá simplemente un switch y una estación suscriptora que recibirá la red procedente de Cuarteles.

NODO OFICINA DE TURISMO

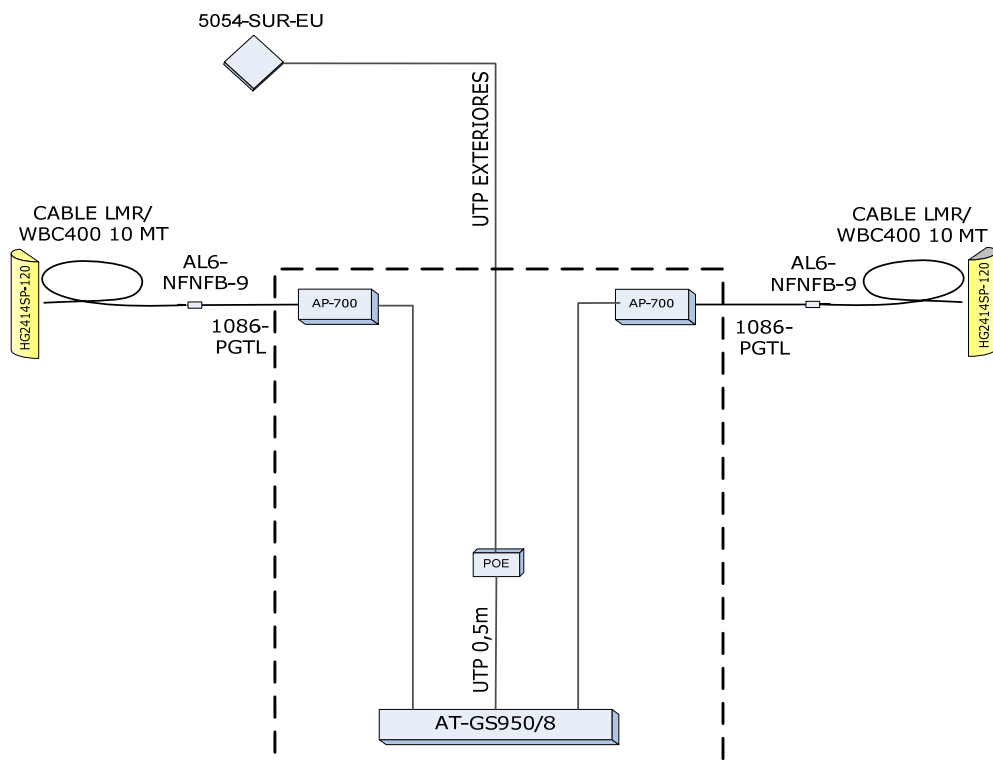


Figura 4-18 Nodo Oficina de Turismo

Este nodo recibirá la red mediante una unidad suscriptora que enlazará con Cuarteles y posteriormente dará servicio a los usuarios inalámbricos mediante 2 puntos de acceso, cada uno de ellos conectado a una antena sectorial de 120 grados y 14 dBi de ganancia.

NODO RADIO NERIA

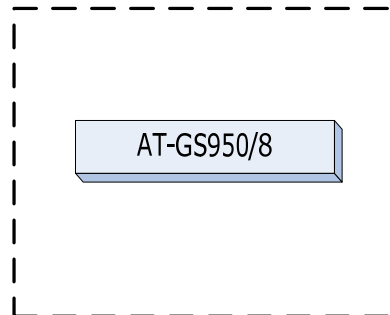


Figura 4-19 Nodo Radio Neria

En este nodo simplemente se dará servicio a los usuarios del Centro mediante un switch de 8 puertos. Este switch estará conectado al del Centro de Salud mediante un enlace en cobre.

NODO PABELLÓN

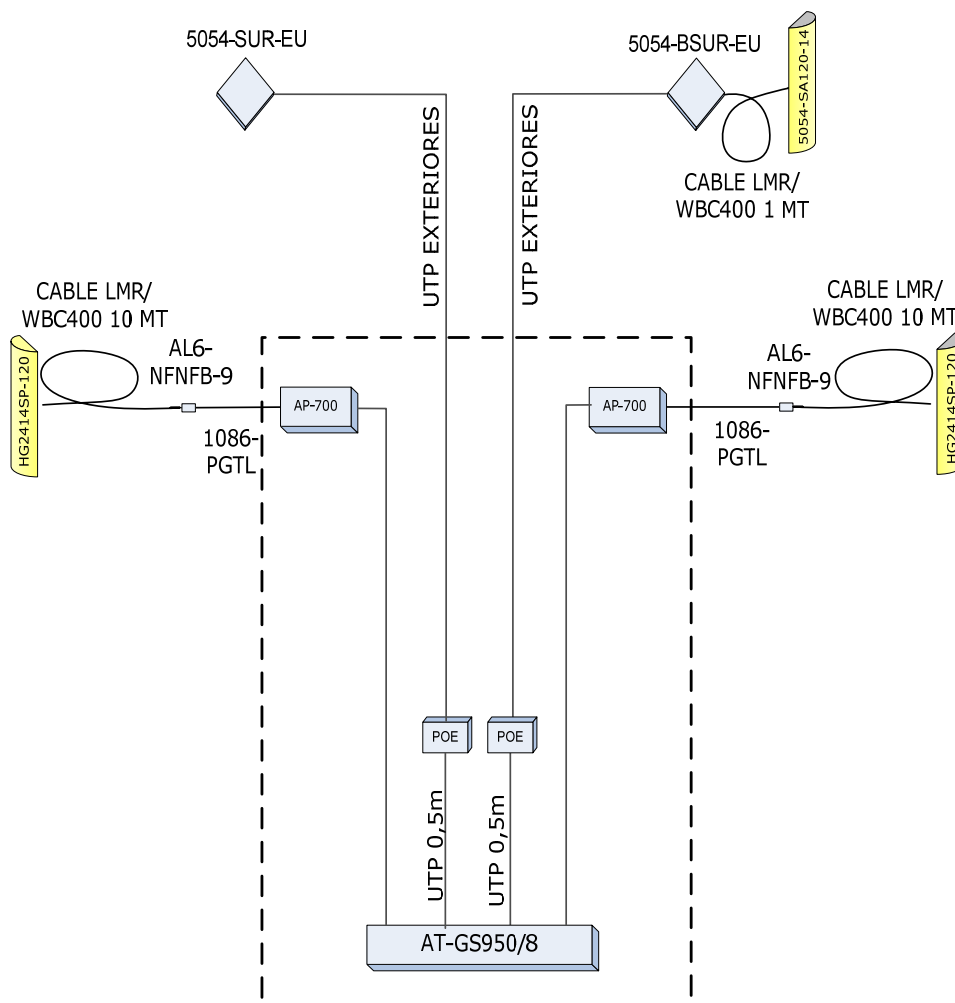


Figura 4-20 Nodo Pabellón

La red llega a este nodo mediante el enlace existente con Cuarteles a través de la estación suscriptora. El servicio a los usuarios inalámbricos se dará mediante 2 puntos de acceso, cada uno de ellos conectado a una antena sectorial de 120 grados y 14 dBi de ganancia. Por último, desde Pabellón se dará servicio a Costa Vilar mediante una estación base (BSUR) conectada a una antena de 120 grados y 14dBi, pero en 5 GHz.

NODO COSTA VILAR

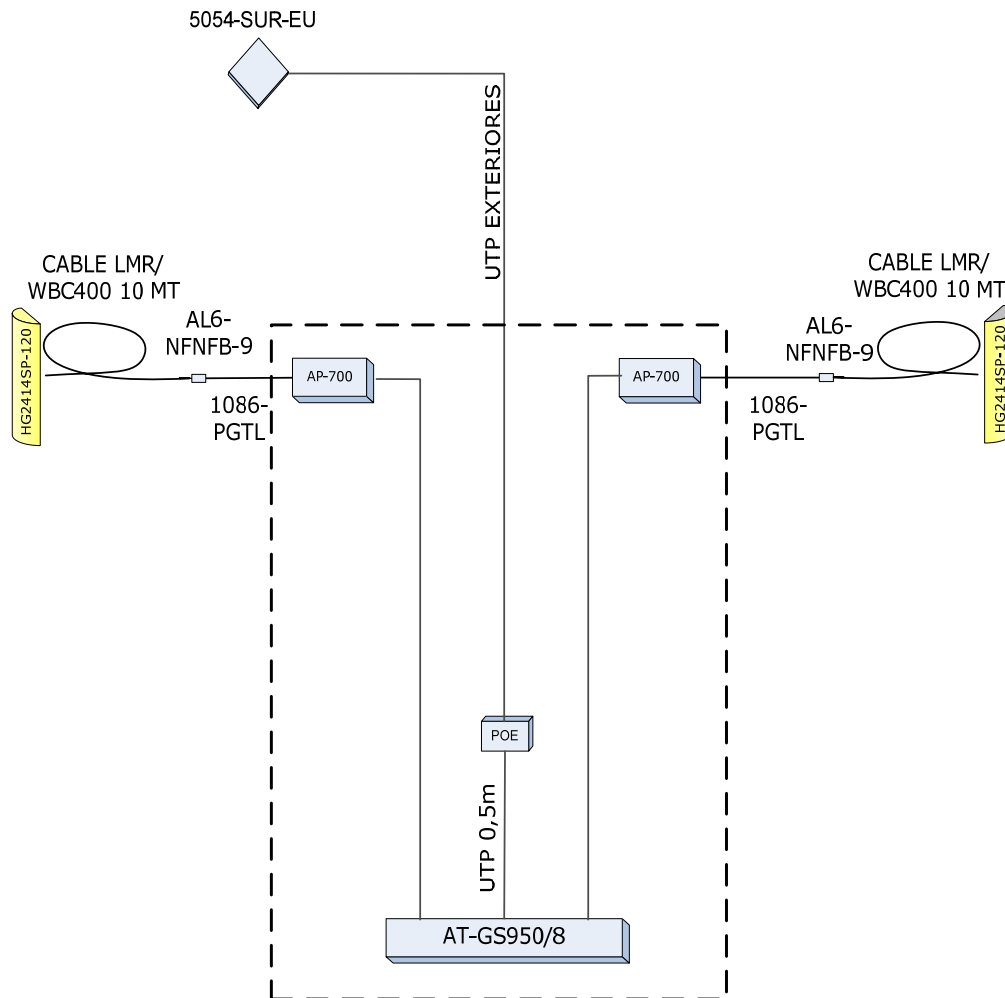


Figura 4-21 Nodo Costa Vilar

Este nodo se conecta al de Pabellón mediante una unidad suscriptora y a partir de ahí proporciona acceso WiFi mediante los dos puntos de acceso con antenas sectoriales de 120 grados y 14 dBi de ganancia.

4.5.1 ZONA DEL PUERTO

En la siguiente figura se muestra de forma esquemática

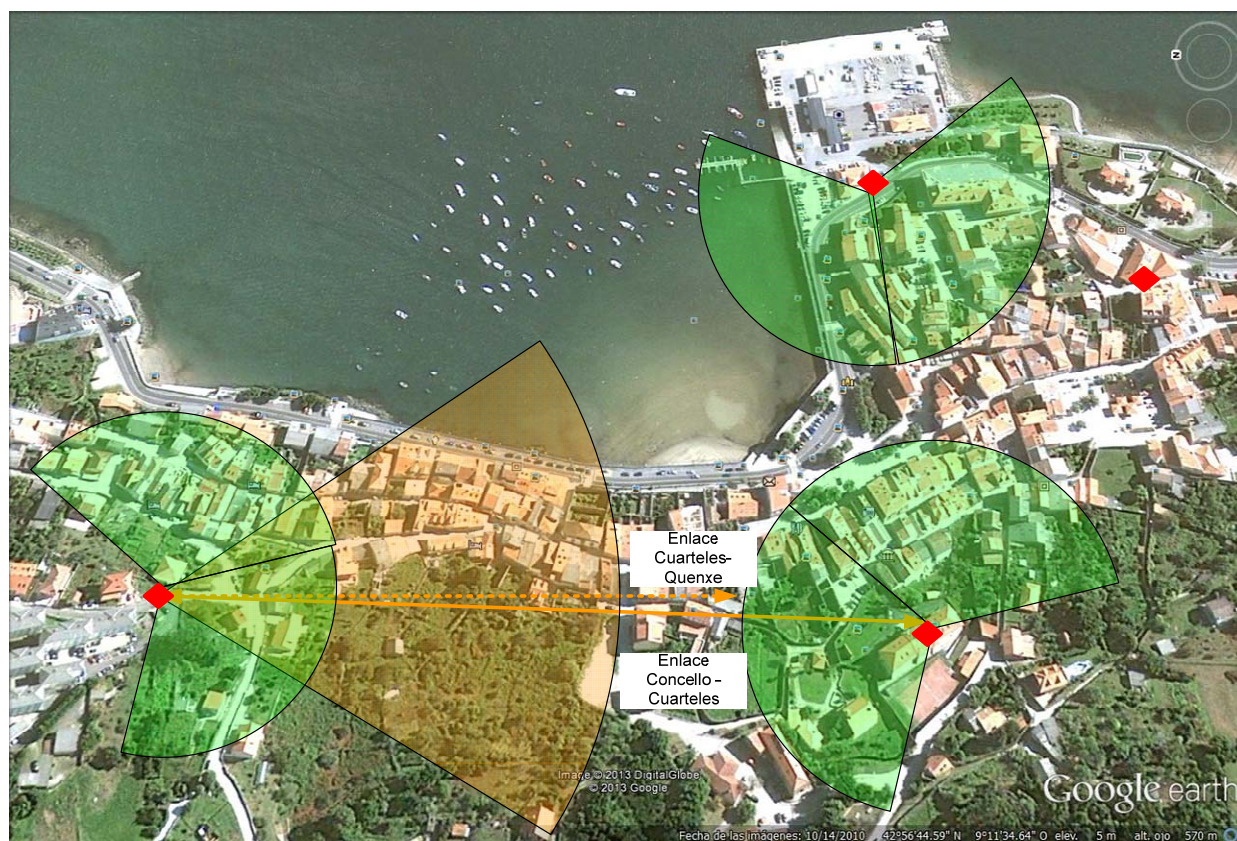


Figura 4-22 Gráfico Zona Puerto

La arquitectura inalámbrica diseñada para la zona norte del casco urbano de Corcubión, pretende dar cobertura a toda esa zona, incluyendo el puerto y parte del paseo marítimo, de manera que permita reforzar el servicio proporcionado por la red urbana mediante la instalación de nodos rurales, compuestos de subscritoras Pre-Wimax y puntos de acceso WIFI con antenas sectoriales, en aquellos puntos donde exista cobertura de la red de distribución inalámbrica.

Para llevar a cabo este objetivo se desplegará una arquitectura con las siguientes características:

- Una estación base Pre-Wimax punto a punto, en el edificio del Ayuntamiento para establecer el enlace principal entre este punto y el emplazamiento de la casa cuartel. Además, se aprovechará esta instalación en la casa consistorial para instalar dos (2) puntos de acceso sectoriales que refuercen la cobertura del casco urbano.
- Una subscritora Pre-Wimax en las inmediaciones de la casa cuartel, de modo que establezca el enlace con el edificio del ayuntamiento. Además, en este punto se instalará una estación base que dará cobertura a toda la zona norte del casco urbano y además implementará el enlace con la zona de la playa. También se aprovechará esta localización para instalar dos (2) puntos de acceso sectoriales que refuercen la cobertura en la zona más al norte del ayuntamiento.
- Una subscritora Pre-Wimax instalada en las inmediaciones de la oficina de Turismo situada en el Puerto. En este punto se instalarán además uno ó dos (dependiendo de los replanteos) puntos de acceso con antenas sectoriales para reforzar la cobertura en las proximidades de la

zona. Además, este nodo sirve para dotar de conectividad a la propia oficina de turismo tal como se solicita.

- Una subscriptora Pre-Wimax adicional, instalada en la casa de la cultura, de cara a dotar a este edificio de conectividad con las restantes dependencias municipales, tal y como se explicará más adelante.

Los esquemas con la composición exacta de cada nodo son los mostrados en el apartado anterior. (**4.5 RED INALÁMBRICA INTERURBANA**)

Los distintos emplazamientos se instalarán como en el caso de la red urbana sobre infraestructuras existentes y preferiblemente de propiedad municipal, en el caso de no existir dichas infraestructuras, el ayuntamiento será el responsable de proporcionarlas, normalmente mediante la instalación de un poste que permita albergar el armario de equipamiento e instalar los equipos radio a suficiente altura.

Así mismo también será responsabilidad del Ayuntamiento el proporcionar en cada emplazamiento el suministro eléctrico necesario para dotar de alimentación a los equipos que conforman el nodo, dicho suministro se proporcionará mediante un cable eléctrico que llegará a las inmediaciones del nodo.

4.5.2 ZONA PLAYA DE QUENXE

El siguiente esquema muestra de manera esquemática el diseño de red para la zona de la playa de Quenxe.



Figura 4-23 Gráfico Zona Playa de Quenxe

La arquitectura inalámbrica diseñada para la zona de los alrededores de la playa de Quenxe, pretende dar cobertura a toda esa zona, incluyendo parte de la playa e la mayor parte de las viviendas que se ubican en esa zona.

Para ello se instalarán hasta cuatro nodos rurales, compuestos de subscritoras Pre-Wimax y puntos de acceso WIFI con antenas sectoriales, en aquellos puntos donde exista cobertura de la red de distribución inalámbrica y que ofrezcan una buena cobertura de las zonas próximas.

Para llevar a cabo este objetivo se desplegará una arquitectura de red con las siguientes características:

- Una subscritora Pre-Wimax instalada en el Pabellón de deportes que permitirá establecer un enlace con la estación base situada en la casa cuartel de la Guarda Civil. Además, se instalará en este punto una estación base Pre-Wimax, para dar cobertura a toda la zona comprendida entre el centro histórico y el propio emplazamiento del pabellón. Además, se aprovechará este emplazamiento para instalar dos (2) puntos de acceso con antenas sectoriales que den cobertura a toda la zona que rodea dicho emplazamiento y viviendas que se encuentren comprendidas en ella. También se utilizará dicho emplazamiento para proporcionar conectividad al edificio del pabellón.
- Una unidad suscriptora adicional instalada en un punto elevado de la zona que rodea a la playa, tal y como se muestra en el esquema anterior que ofrezca un buen compromiso entre la línea de vista con la estación base del Pabellón y la situación dominante que permita dar una buena cobertura WIFI, este emplazamiento será el almacén del ayuntamiento situado en la costa de Vilar.

Los esquemas con la composición exacta de cada nodo son los mostrados en el apartado anterior **(4.5 RED INALÁMBRICA INTERURBANA)**

Los distintos emplazamientos así como la dotación de alimentación deberá correr a cargo del Ayuntamiento, tal como se indicaba para la zona del Puerto.

4.5.3 CONEXIÓN DE DEPENDENCIAS MUNICIPALES

Además de proporcionar acceso de banda ancha a los ciudadanos del casco urbano de Corcubión, otros dos objetivos que se buscan para aprovechar los nodos interurbanos es la de proporcionar conectividad entre las distintas dependencias municipales que se encuentran en dicha zona.

Concretamente, las dependencias que se conectarán serán:

- Edificio del Ayuntamiento
- Casa de la Cultura
- Radio Neria
- Pabellón Polideportivo
- Oficina de Turismo

Como se vino adelantando en la descripción realizada en los apartados anteriores, dichas dependencias, estarán conectadas a través de la red de distribución Pre-Wimax, a excepción de la Radio, que estará conectada a la red de distribución urbana de fibra.

La red Pre-Wimax, tendrá así una doble función: Por un lado dar cobertura a toda la zona y permitir instalar nodos de acceso y por otro, permitir conectar dichas dependencias. La razón de

conectar directamente la Radio a la red de distribución urbana es la del alto rendimiento y facilidad de instalación y el mantenimiento que aporta esta opción frente a la peligrosidad y complicación técnica que implica la instalación de una unidad radio en la torre de comunicaciones que actualmente dispone el edificio, debido a sus reducidas dimensiones.

Cabe destacar, que también está contemplado que alguna de esas dependencias, sirva también como emplazamiento de nodos de acceso, tal y como se describió en los apartados anteriores (en concreto, Ayuntamiento, Pabellón y Oficina de Turismo, sirven también como soporte de estaciones base de cobertura WIFI).

A continuación se muestra la figura donde se exponen las conexiones previstas para las dependencias municipales.



Figura 4-24 Conexión dependencias municipales

Como se puede apreciar, las dependencias municipales indicadas, están incluidas en el diseño de la arquitectura explicado anteriormente.

La oficina de turismo y la casa de cultura enlazarán con el ayuntamiento a través de la estación base de la casa cuartel.

Radio Neria enlazará en primer término con la estación base del pabellón(o directamente con la casa cuartel dependiendo de qué emplazamiento ofrezca mejor línea de vista), que a su vez enlaza con la estación base de la casa cuartel y finalmente desde ahí se llega al ayuntamiento.

Es decir lo reflejado en este apartado no es una parte de arquitectura nueva si no una visión global de la explicación dada en los apartados anteriores.

4.5.4 SIMULACIONES Y CÁLCULOS DE DISEÑO

En este apartado se mostrarán las simulaciones y los cálculos realizados para comprobar la viabilidad técnica del proyecto.

La siguiente figura muestra la simulación de la arquitectura inalámbrica Pre-Wimax diseñada.

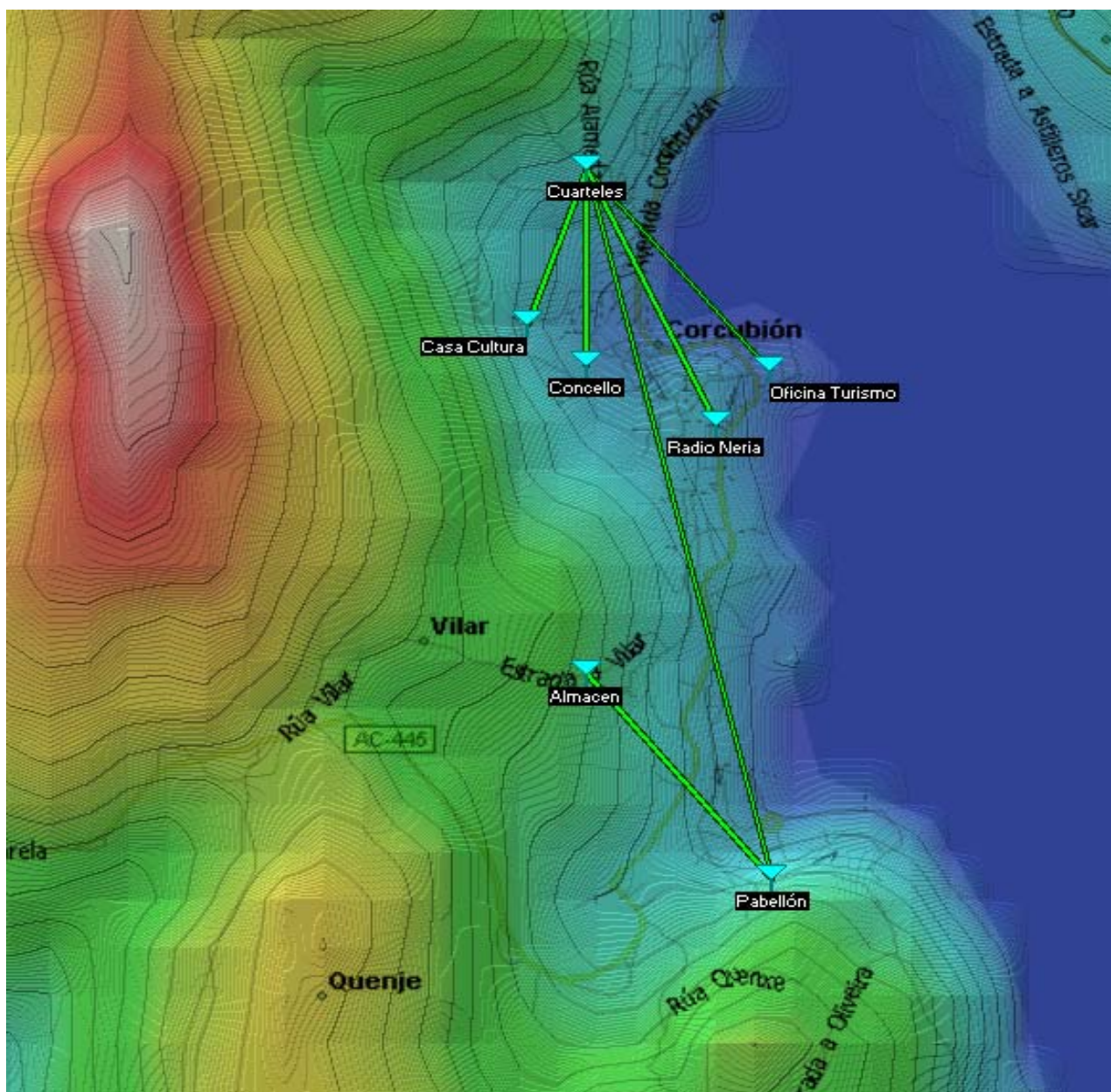


Figura 4-25 Simulación Radio Mobile

4.5.4.1 COORDENADAS DE LOS EMPLAZAMIENTOS

Ayuntamiento:

42°56'39.60"N
9°11'39.79"O

Cuarteles:

42°56'51.91"N
9°11'39.81"O

Casa Cultura

42°56'42.21"N
9°11'44.37"O

Radio Neria:

42°56'35.88"N
9°11'29.92"O

Oficina de Turismo:

42°56'39.23"N
9°11'25.77"O

Pabellón:

42°56'8.27"N
9°11'26.18"O

4.5.4.2 COBERTURAS DE LAS ESTACIONES BASE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN (PRE-WIMAX)

En las siguientes figuras se muestran las simulaciones de cobertura proporcionadas por las dos estaciones base Pre-Wimax instaladas en los nodos de cuarteles y Pabellón. La estación base situada en el Ayuntamiento al estar configurada como punto a punto no presenta relevancia en cuanto a cobertura.

Estos cálculos de cobertura se hicieron tomando como márgenes de nivel de señal recibido un máximo de -65 dBm(rojo) y un mínimo de -90 dBm(azul).

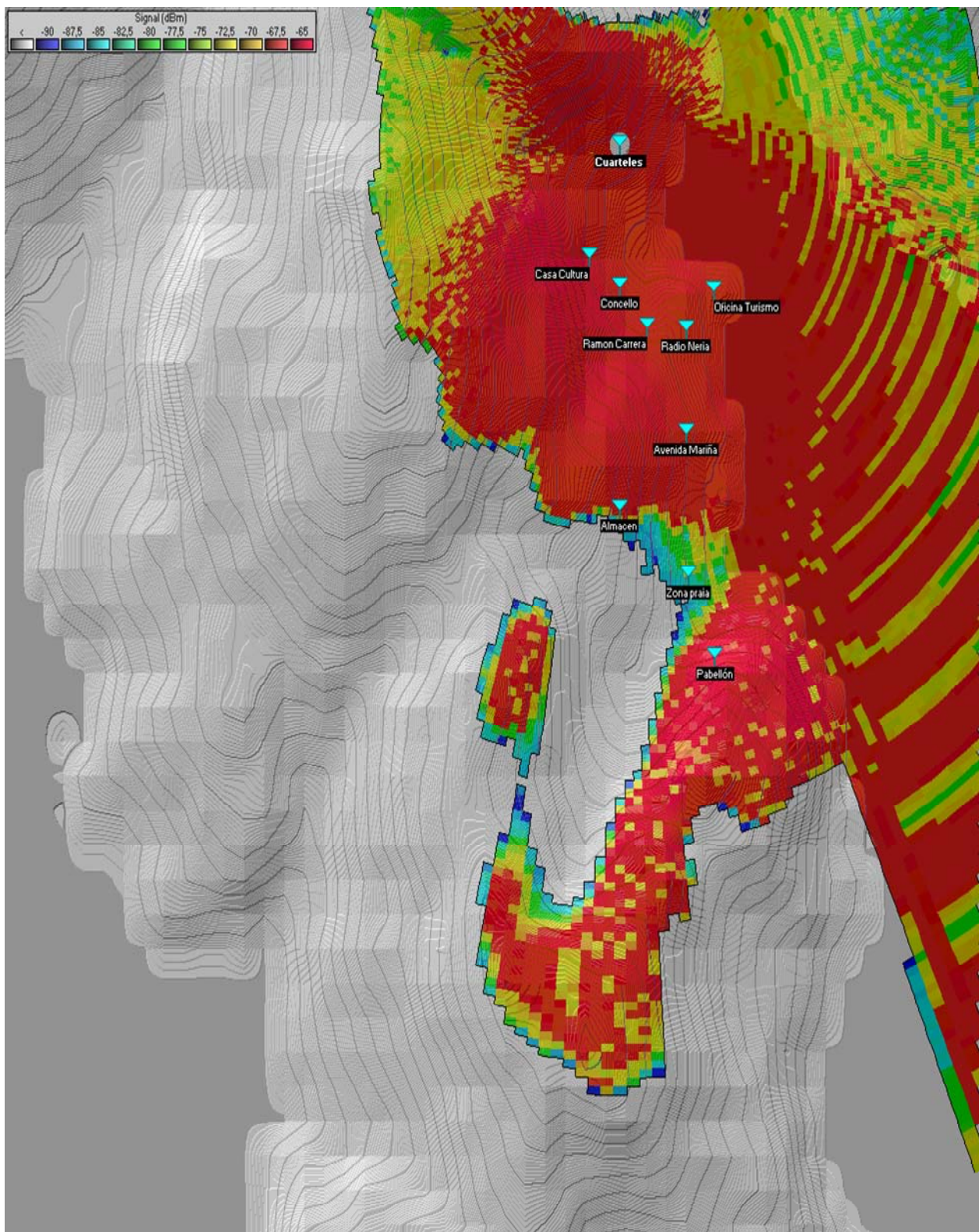


Figura 4-26 Cobertura de la estación base nodo Cuarteles

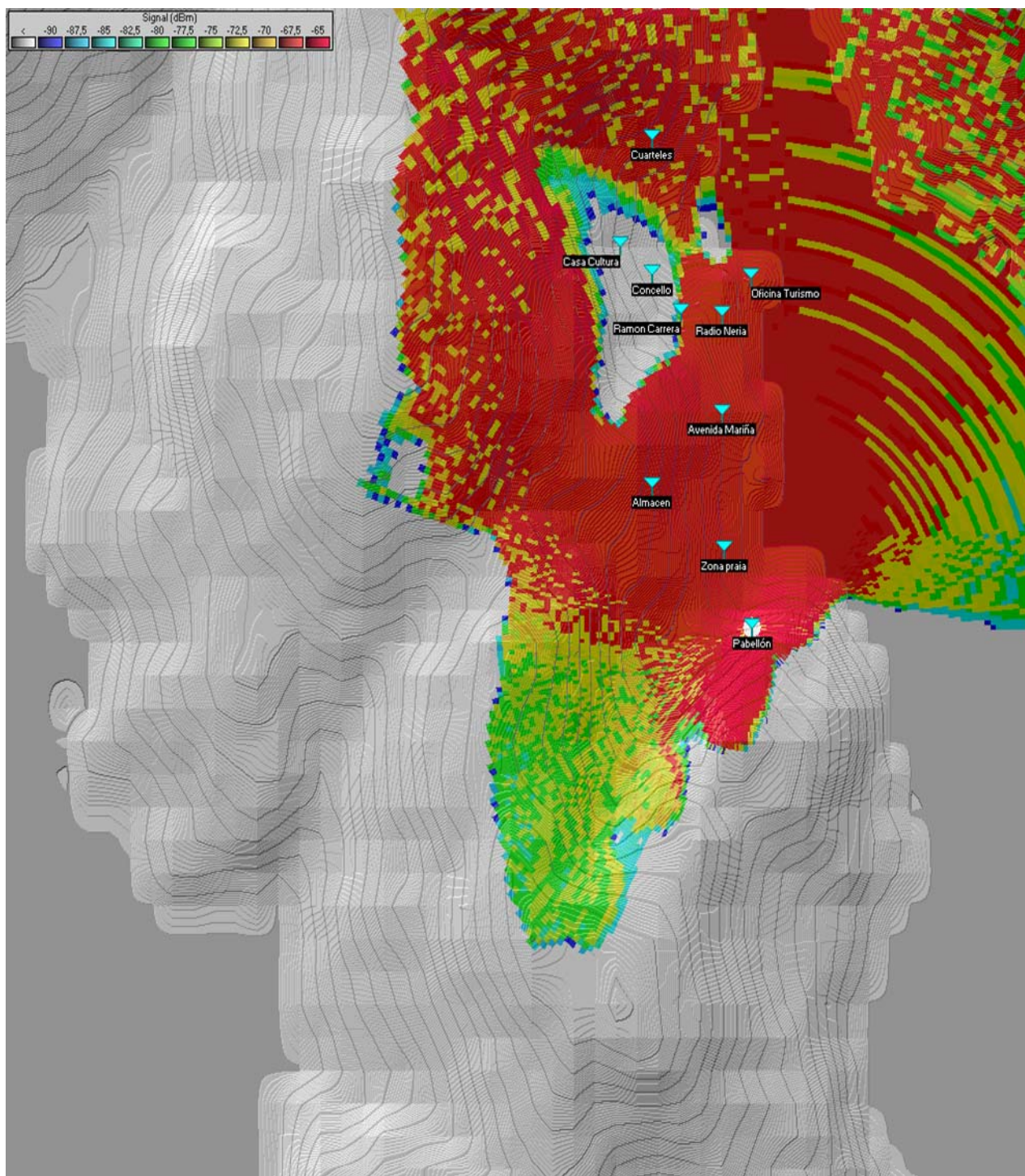


Figura 4-27 Cobertura de la estación base nodo Pabellón

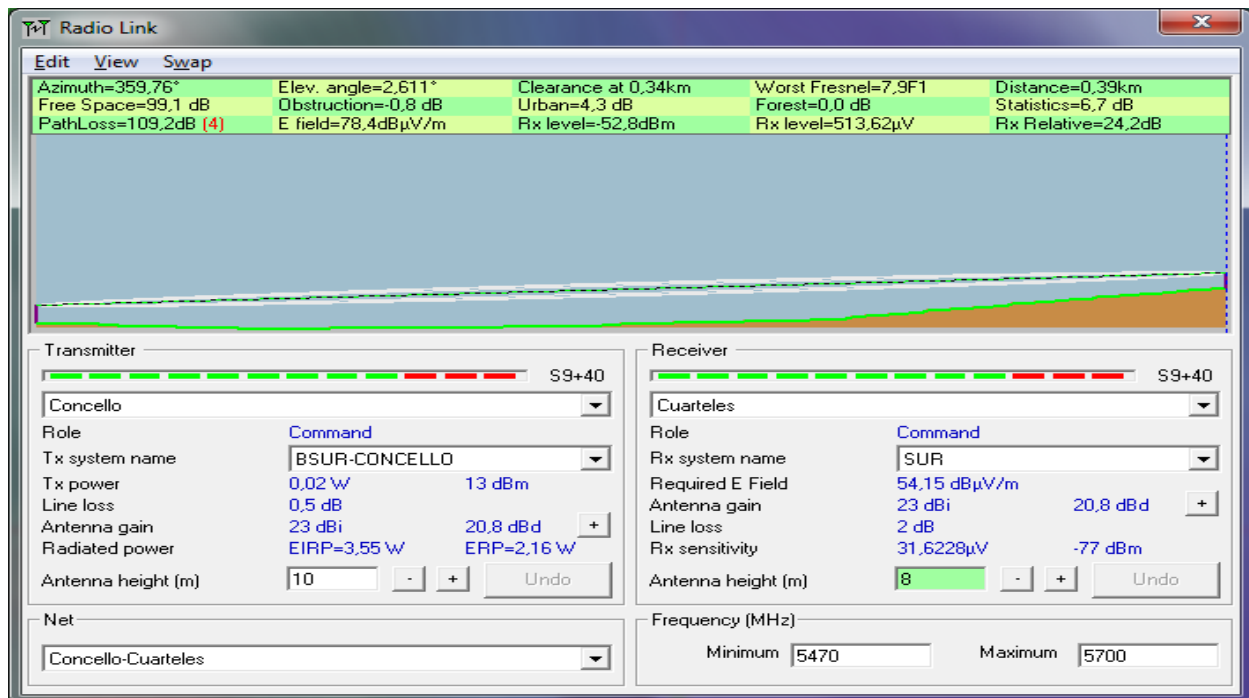
Lo fundamental en este caso es que la cobertura proporcionada por la estación base alcance con el mejor nivel de señal posible a las estaciones suscriptoras que se enlazarán con ella. En el caso de la cobertura proporcionada por Cuarteles, en la imagen se ve que el nivel de señal en Casa de Cultura, Oficina de Turismo y Pabellón es óptimo, con lo cual el enlace se establecerá sin problema. La estación base de Pabellón tiene que proporcionar una buena cobertura hacia Costa Vilar, cosa que también se aprecia en la captura correspondiente.

4.5.4.3 SIMULACIONES DE LOS ENLACES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN (PRE-WIMAX)

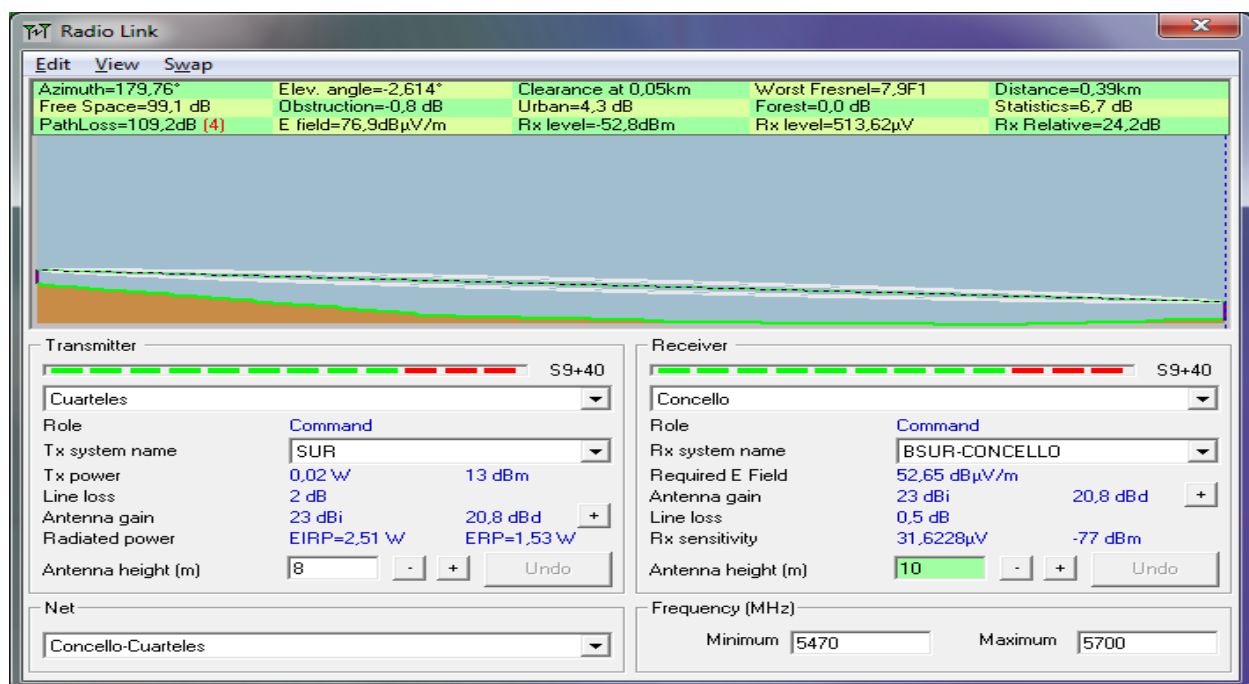
En las siguientes gráficas se muestran los resultados de las simulaciones realizadas con el software RadioMobile para demostrar que los radioenlaces establecidos en la arquitectura diseñada funcionan.

Se muestran los perfiles de los enlaces y los resultados extraídos de las simulaciones.

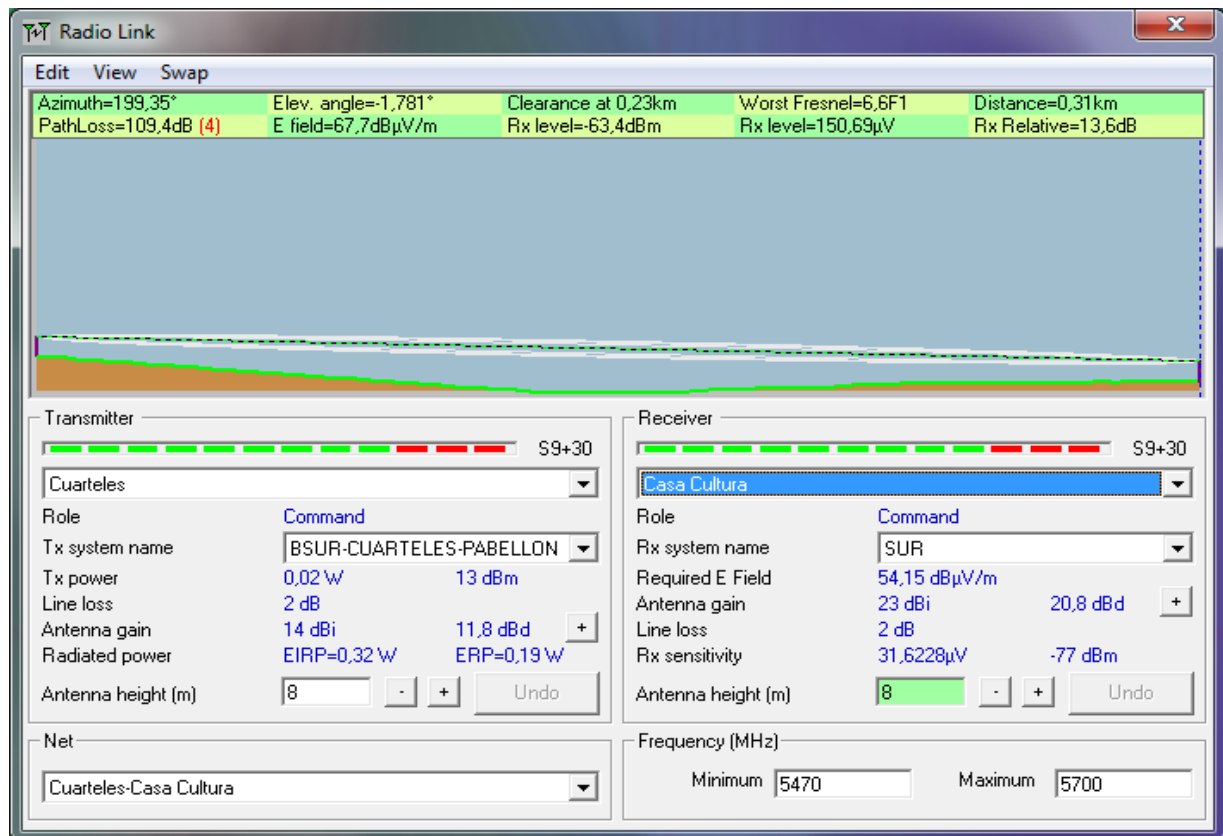
Enlace Ayuntamiento-Cuarteles:



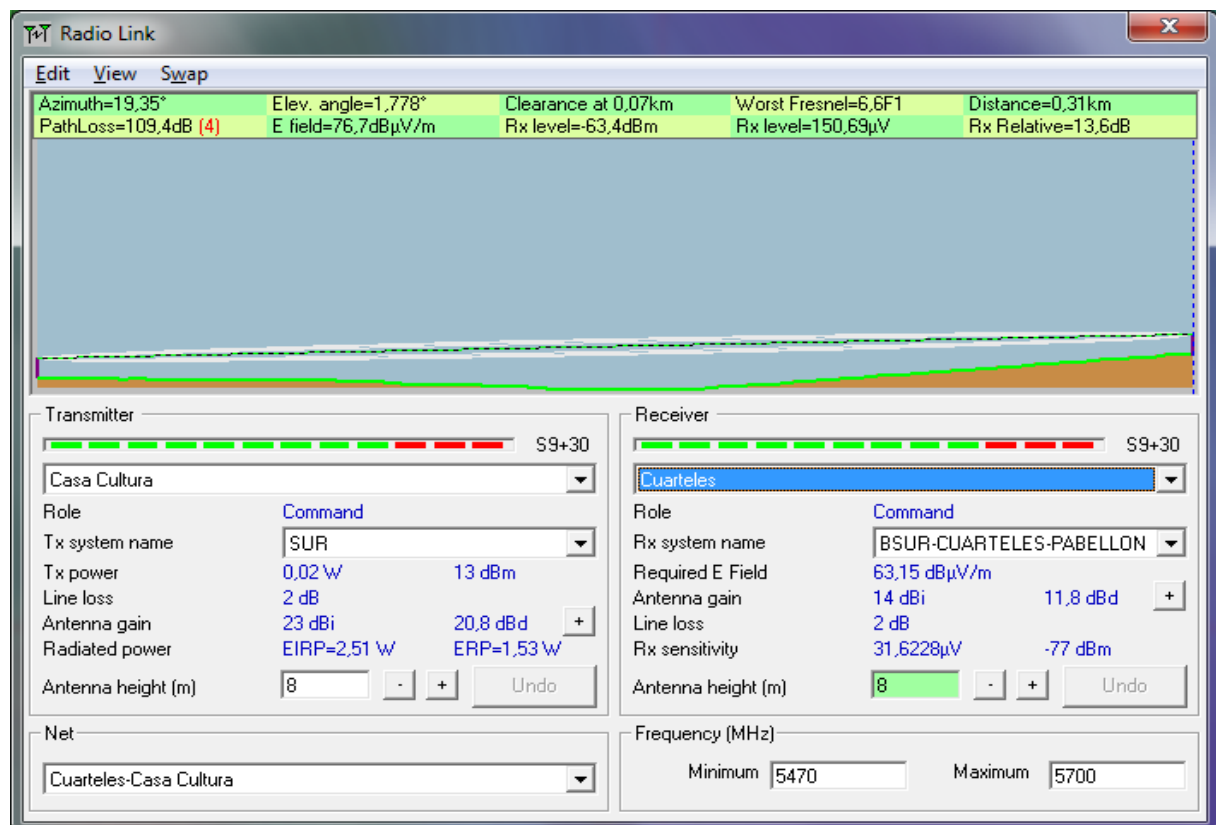
Enlace Cuarteles-Ayuntamiento:



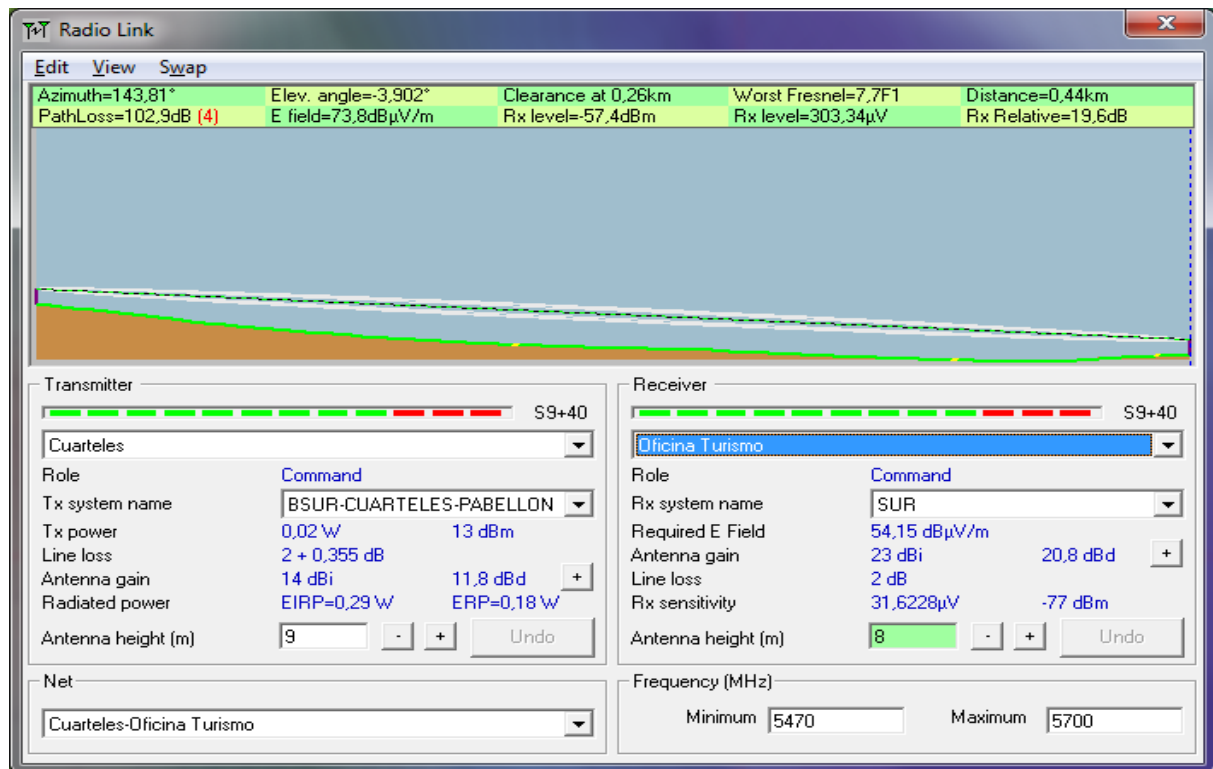
Enlace cuarteles-Casa de Cultura:



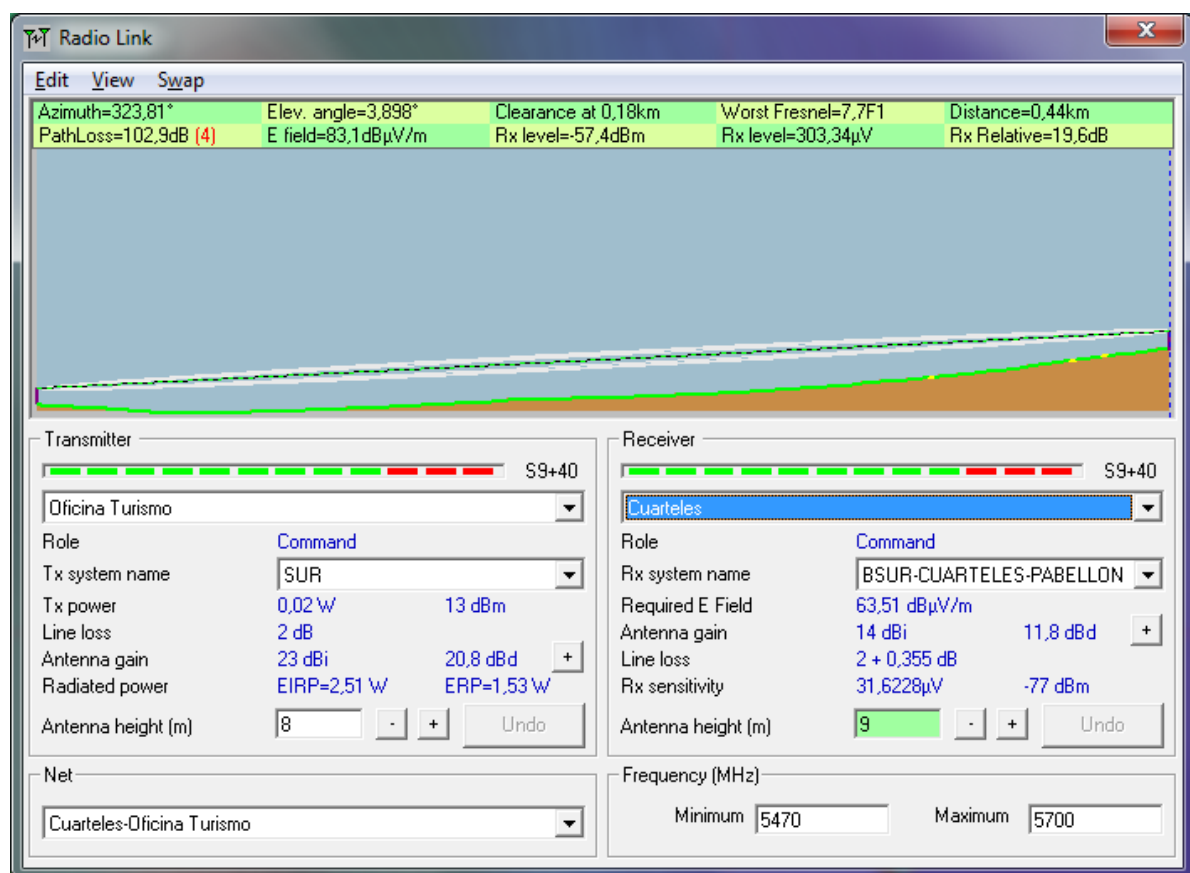
Enlace Casa de Cultura – Cuarteles:



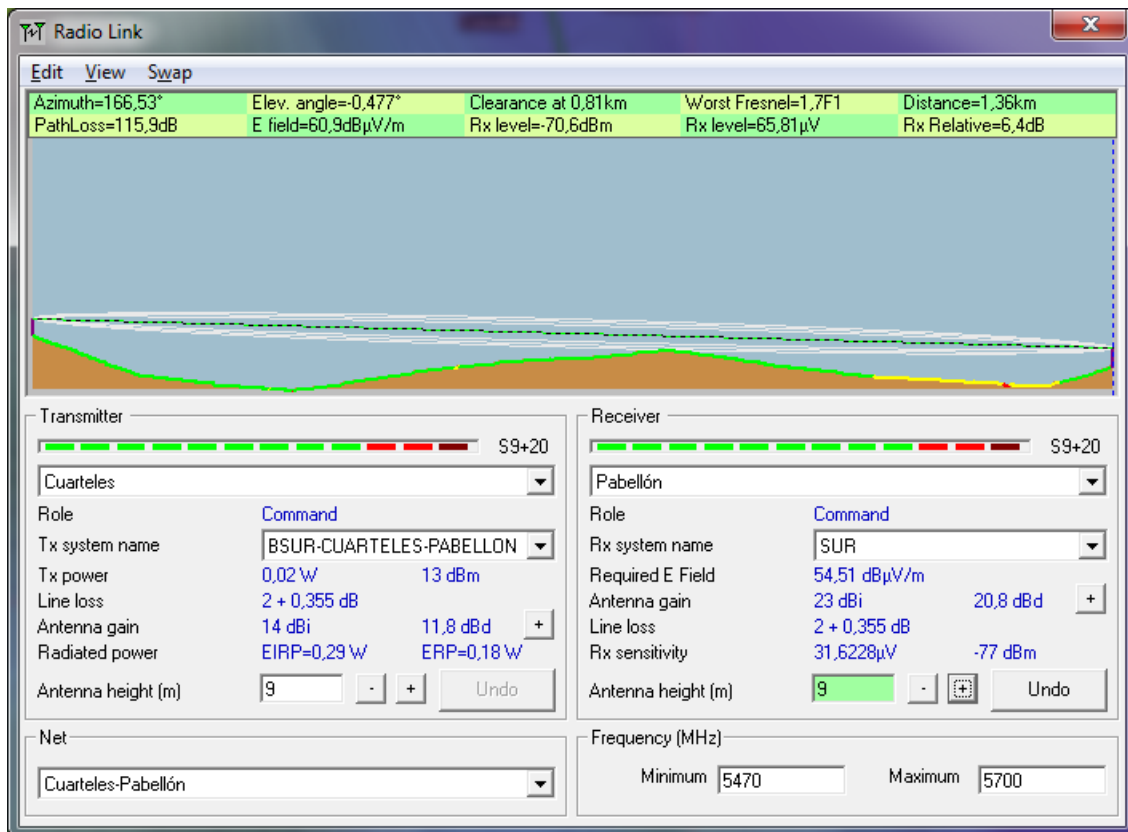
Enlace Cuarteles – Oficina de Turismo:



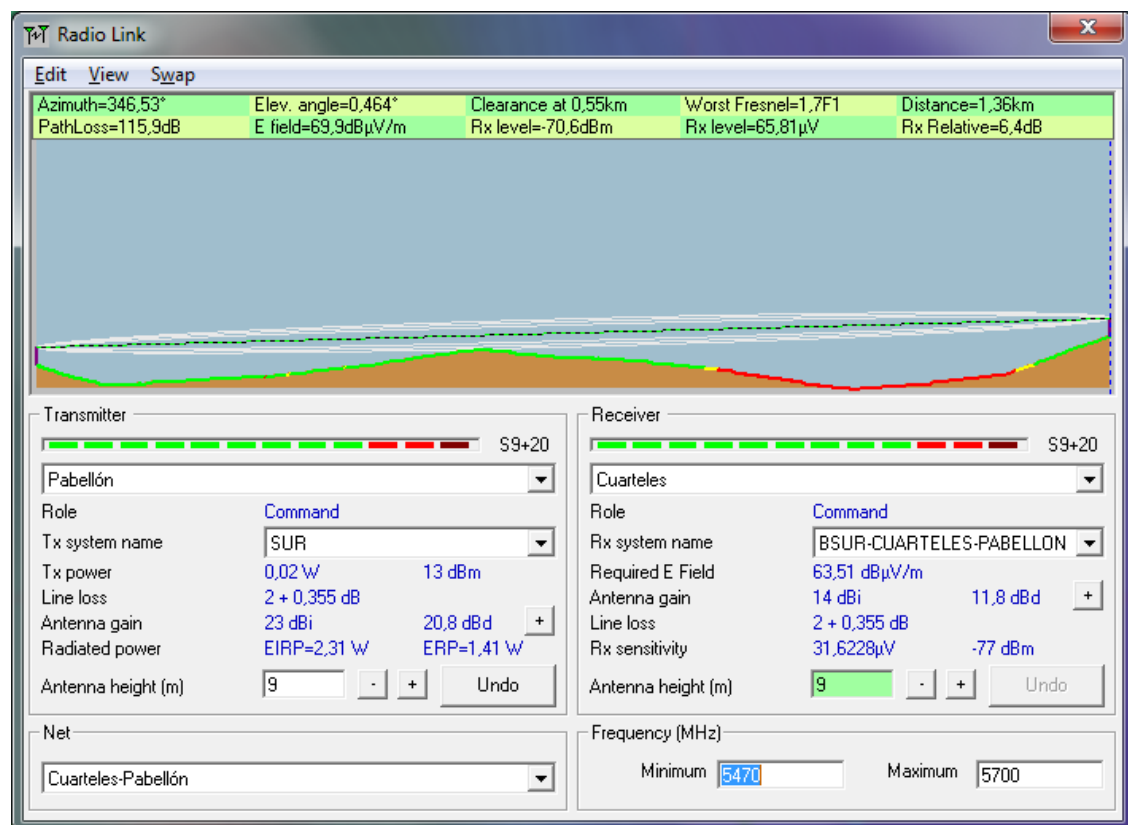
Enlace Oficina de Turismo – Cuarteles:



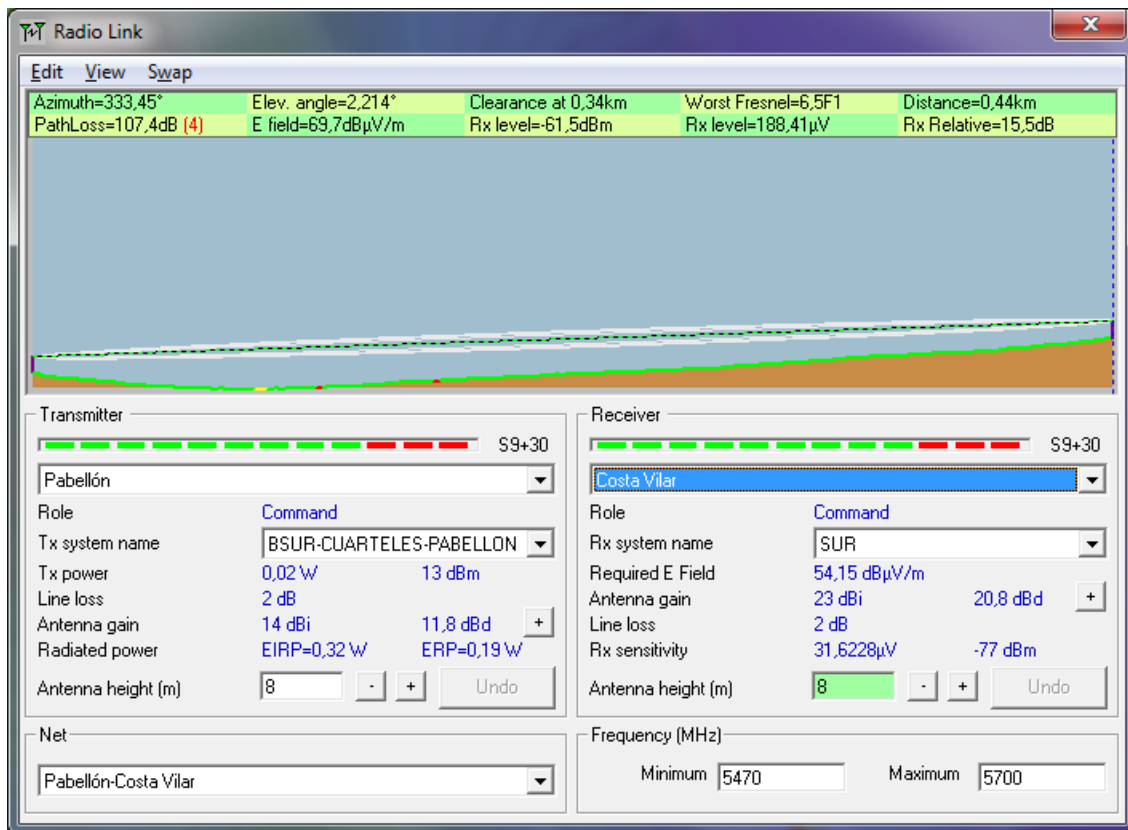
Enlace Cuarteles – Pabellón:



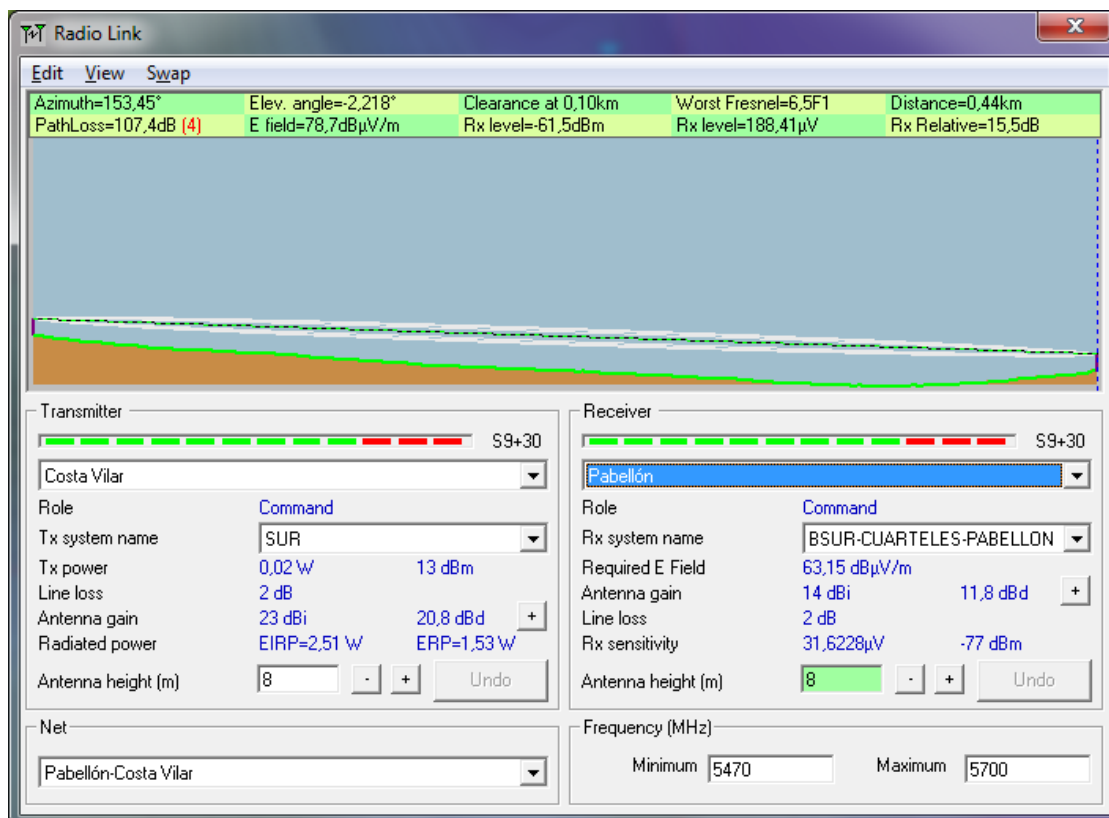
Enlace Pabellón – Cuarteles:



Enlace Pabellón – Costa Vilar:



Enlace Costa Vilar – Pabellón:



Con esta serie de gráficos se demuestra que cada uno de los enlaces de la red de distribución son perfectamente viables. Lo más importante es que haya visión directa, que no haya obstáculos que se interpongan entre los dos puntos. En todas las capturas se aprecia que hay visión directa e incluso los niveles de señal recibidos serán de una intensidad muy buena. El enlace más complicado es Cuarteles-Pabellón porque hablamos de casi 1.4 Km pero incluso en este caso los niveles son buenos.

4.5.4.4 PLAN DE FRECUENCIAS DE LA RED DE ACCESO (WIFI)

La mayoría de dispositivos inalámbricos actuales operan, por defecto, en la franja de frecuencias de 2.4 GHz, por lo que es fácil que surjan interferencias. Esta banda se dividió en 14 canales de 5 MHz de los cuales en Europa solamente se utilizan 13.

El problema de esta distribución es que cada canal necesita 22MHz de ancho de banda para operar, y como se puede apreciar en la figura esto produce un **solapamiento** de varios canales contiguos.

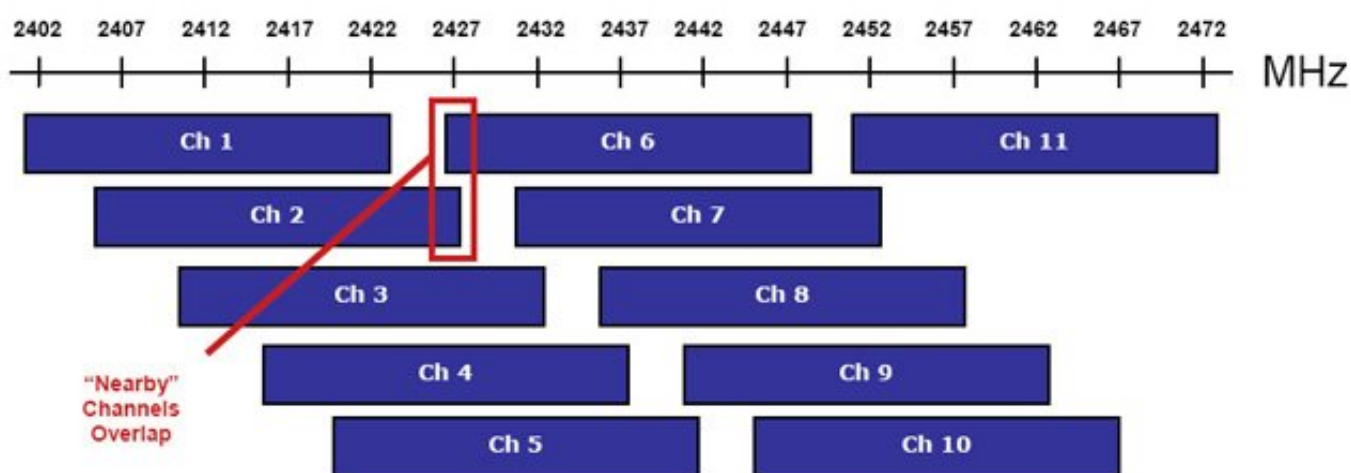


Figura 4-28 Canales WiFi

Como puede observarse en el gráfico, el canal 1 se superpone con los canales 2, 3, 4 y 5, y por tanto los dispositivos que emitan en ese rango de frecuencias pueden generar interferencias. Lo mismo ocurre con el canal 6 y los canales 7, 8, 9 y 10.

Teniendo en cuenta esto, para el acceso a la red de los usuarios se ha optado por utilizar simplemente los 3 canales no interferentes (1, 6 y 11) cuyas frecuencias son las siguientes:

- F1: 2,414 GHz
- F2: 2,437 GHz
- F3: 2,462 GHz

Las siguientes figuras muestran un posible plan de frecuencias viable a adoptar en los puntos de acceso WiFi desplegados.

PLAN DE FRECUENCIAS ZONA NORTE:



Figura 4-29 Plan de Frecuencias Zona Norte

PLAN DE FRECUENCIAS ZONA CENTRO:



Figura 4-30 Plan de Frecuencias Zona Centro

PLAN DE FRECUENCIAS ZONA PLAYA:



Figura 4-31 Plan de Frecuencias Zona Playa

4.6 EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

En previsión del cumplimiento de los niveles de emisión radioeléctricas según lo indicado en el RD 1066 del 28 de Septiembre, a continuación se detallan los valores de perímetro de seguridad para los niveles máximos en las dos bandas de frecuencias de trabajo (2,4 Ghz y 5 Ghz) para los peores casos que tenemos en nuestra red:

Nivel de Referencia (Smax permitida)(W/m2)	10
Potencia por canal(dBm)	8
Potencia por canal(mW)	6,31
Número de canales simultáneos	1
Ganancia de la antena (dBi)	14
Pérdida en los cables(dB)	2,223
P.I.R.E.(dBm)	19,78
P.I.R.E.(mW)	95
Factor de reflexión	4
Distancia de seguridad(cm)	5,5

La distancia de seguridad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_{max} = \sqrt[2]{\frac{M.P_{pire}}{4.II.S_{max}}}$$

En este caso, después de hacer el cálculo, sale una distancia de unos 6 cm aproximadamente.

Esto está perfectamente cubierto porque los equipos se sitúan en fachada, en farolas o en las cubiertas de los edificios, con lo que una persona transitando por la calle estará siempre a varios metros de distancia sin ningún peligro para su salud.

5 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DIMENSIONADO

En este apartado se mostrará el listado de equipamiento utilizado para realizar la estimación económica de este proyecto.

5.1 EQUIPAMIENTO DE LA RED INALÁMBRICA

5.1.1 TSUNAMI MP.11 5054-SERIES

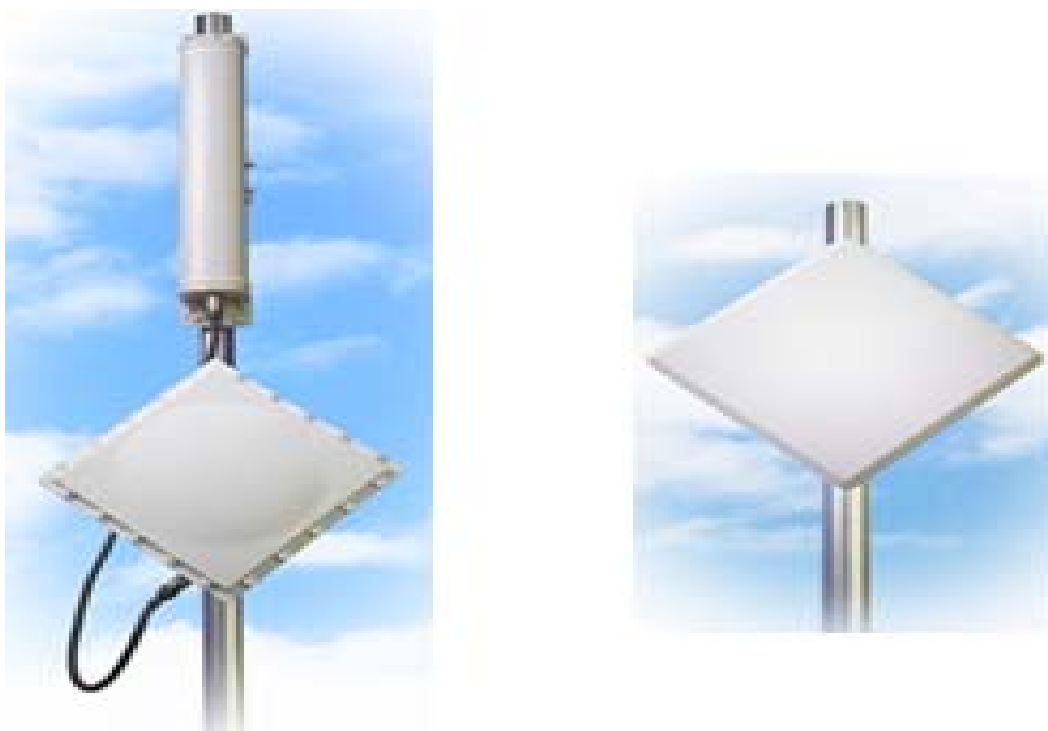


Figura 5-1 Tsunami MP.11 5054

Estación Base (BSUR) y estación subscriptora (SUR) de la serie MP11 5054.

5.1.2 PROXIM ORINOCO AP-700

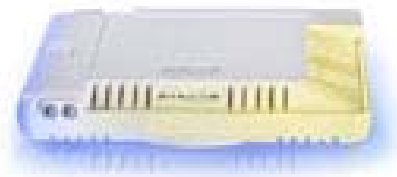


Figura 5-2 Orinoco AP-700

El punto de acceso ORINOCO AP-700 está diseñado para la implantación de redes inalámbricas de gran seguridad y altas prestaciones. Incluye soporte del estándar IEEE 802.11i con encriptación AES, rotación de claves de encriptación por usuario y sesión, detección de puntos de acceso y clientes “rogue”, calidad de servicio (pre-estándar 802.11e) para aplicaciones sensibles a la latencia, autenticación mutua mediante 802.1X, Gestión remota vía SNMP, HTTP y Telnet, gestión segura mediante SNMPv3, SSL y SSH, bloqueo intra-celdas para prevenir snooping entre clientes.

Dispone además de selección automática de canal, posibilidad de ajustar la potencia de transmisión, conectores para antenas exteriores, modo de funcionamiento como repetidor y soporte del estándar 802.3af de alimentación sobre cableado Ethernet, entre otros.

5.1.3 ANTENA OMNIDIRECCIONAL DE 8 DBI 2,4 GHZ (ANT)

Antena omni direccional de alta ganancia y formato compacto utilizada por los equipos Orinoco en aquellos casos donde se quiere primar la zona de cobertura frente a la ganancia de antena por encontrarse los usuarios a distancias cortas respecto a la antena.



Figura 5-3 Antena Omnidireccional 8dBi (ANT)

5.1.4 ANTENA SECTORIAL 120° 2,4GHZ (HYPERLINK)



Figura 5-4 Antena Sectorial 120° (Hyperlink)

Esta antena será utilizada en los puntos de acceso WIFI utilizados en los emplazamientos de la red rural.

5.1.5 ANTENA SECTORIAL 120/60° DE 14/17 dBi 5 GHz (PROXIM)



Figura 5-5 Antena Sectorial 120/60° 14/17dBi (Proxim)

Estas antenas serán utilizadas en aquellas estaciones base de la red de distribución Pre-Wimax, en las cuales sea necesario crear una cobertura sectorial.

Esta antena está disponible en dos versiones, de 60° e 17 dBi de ganancia o 120° y 14 dBi de ganancia. Dependiendo de la aplicación y del parámetro a optimizar (ganancia o cobertura) se seleccionará una de ellas. Las principales características son compartidas por ambos modelos. A continuación se muestran dichas características para la antena de 120° (las diferencias se limitan a las lógicas de la ganancia y patrón de radiación)

5.1.6 ANTENA DE PANEL 23 DBI 5GHz (MARS)



Figura 5-6 Antena Panel 23 dBi 5 GHz

Esta antena será utilizada en aquellos equipos de la red de distribución Pre-Wimax (tanto de estación base como de subscriber) en los cuales se necesita una gran directividad.

5.1.7 ANTENA PARABÓLICA 28 DBI 5 GHz (RadioWaves)



Figura 5-7 Antena Parabólica 28 dBi 5GHz (RadioWaves)

Estas antenas serán utilizadas en aquellos equipos de la red de distribución Pre-Wimax, en los cuales se necesita de establecer un enlace punto a punto de larga distancia. En principio, no se contempla ningún enlace de estas características en el diseño propuesto.

5.1.8 CABLES Y CONECTORES

Cable radiofrecuencia RF-400

Este cable se utilizará para conectar la antena de aquellos equipos de la red de distribución Pre Wimax que necesiten de antena externa.



Figura 5-8 Cable RF-400

Cable radiofrecuencia de 1/2" superflexible

Al igual que el anterior este cable se utilizará para conectar la antena de aquellos equipos de la red de distribución Pre Wimax que necesiten de antena externa. En este caso, este cable será el más apropiado en aquellas instalaciones en las que se requieran mayor longitud y un recorrido del cable con mas curvaturas.

Cable de cuatro pares FTP para exteriores categoría 5e

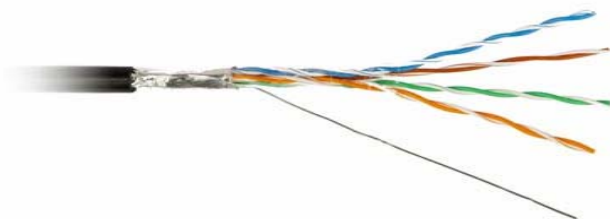


Figura 5-9 Cable FTP exteriores Cat. 5e

Este cable será el encargado de conectar la unidad de interiores (IDU) con la unidad de exteriores (ODU) de los equipos de radiofrecuencia. Este cable proporcionará tanto la conectividad Ethernet como la alimentación proporcionada por la IDU a la ODU (PoE)

5.1.9 PROTECTORES CONTRA CARGAS ELECTROSTÁTICAS



Figura 5-10 Protector descargas

Estos dispositivos protegen los equipos radio conectados a antenas exteriores (no integradas) frente a picos de voltaje provocados por fuertes cargas electrostáticas (tormentas).

5.1.10 SWITCH GESTIONABLE ALLIED TELESIS AT-GS950/8



Figura 5-11 Switch AT-GS950/8

El AT-GS950/8 proporciona una interfaz basada en web que permite al usuario establecer planes según el estándar 802.1Q para segregar tráfico, establecer QoS para priorizar aplicaciones de datos críticas como voz o video y agregación de líneas.

El AT-GS950/8 también proporciona herramientas de monitorización de red tales como monitoreo y estadísticas básicas de puertos. Además, este switch proporciona 8 puertos 10/100/1000 T y dos puertos combo SFP para conexiones Gigabit que permiten ofrecer interfaz con conexiones de fibra.

5.1.11 ARMARIOS DE INSTALACIÓN HIMEL PLMXX

Los armarios que se instalarán tanto en los nodos rurales como en los nodos urbanos (en sus variantes) serán de la gama PLM de Himel, en diferentes medidas, y incluirán ventilación forzada o rejillas de ventilación según el caso, bandejas para soporte de equipamientos, anclajes a poste o pared, cierre con llave, entrada para cables, prensa estopas para la pasada de cables y todos los elementos necesarios para su correcta instalación.



Figura 5-12 Armario Himel PLM

5.2 EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE PROCESADO DE DATOS

5.2.1 SWITCH AT-9924SP



Figura 5-13 Switch AT-9924SP

El switch 9924SP es un avanzado switch Gigabit Ethernet de capa 3. El 9924SP proporciona una alta granularidad en la provisión del servicio, alta disponibilidad, QoS avanzada y tiene las mismas fuentes de alimentación modulares usada sin otros switches de la serie 9900.

El 9924SP es una óptima opción para aquellas redes que necesitan también interfaces SFP ya que ofrece, además de los 24 puertos de módulos SFP. Además, ofrece extensas funcionalidades de gestión y opciones avanzadas de enrutamiento multicast. Soporta fuentes de alimentación duales y intercambiables en “caliente” y ventilación “front-to-back” que optimiza la refrigeración del equipo.

Alguna de las normas que cumple el equipo son: IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x.

5.2.2 GESTOR DE ANCHO DE BANDA – ALLOT NETENFORCER AC-802

Un sistema de gestión del ancho de banda tendrá como tareas principales, por un lado, limitar el ancho de banda asignado a cada usuario y, por otra parte, permitirá limitar o priorizar distintos tipos o grupos de tráfico, asignando distintos anchos de banda a cada grupo.

Los sistemas también permiten la configuración de distintos grupos de usuarios a los que se le asignen distintas calidades de acceso y de servicio (como por ejemplo para tener distintos servicios con anchos de banda diferentes, caso del presente proyecto), y que deberá estar integrado con el sistema de gestión de usuarios que será donde se le asignen los servicios contratados a los usuarios, y que posteriormente podrán ser facturados. La aplicación de gestión de usuarios podrá generar listados de usuarios con servicios contratados, de gran utilidad para poder abordar la facturación de los servicios.

En gestor de ancho de banda NetEnforcer AC-802 es especialmente apropiado para monitorización y gestión de todo tipo de tráfico de red en enlaces Ethernet de alta capacidad.



Figura 5-14 ALLOT NETENFORCER AC-802

5.2.3 SAI MGE PULSAR M 3000 RT



Figura 5-15 SAI MGE Pulsar RT

MGE UPS Systems es un líder mundial y proveedor de soluciones de calidad de energía, diseñados para aumentar la disponibilidad y el rendimiento de un ordenador personal hasta los grandes centros de cómputo. Los productos MGE fueron escogidos como la solución de mayor aceptación entre las grandes instituciones y las empresas líderes y proveedoras de servicio de Internet y telecomunicaciones.

Este SAI en particular tiene una potencia de salida de 3 KVA, que resulta suficiente para soportar el consumo del equipamiento que se desplegará

5.2.4 MONITORIZACIÓN DE LA RED

5.2.4.1 NAGIOS

Nagios es una aplicación Open Source licenciada bajo los términos de la GNU (General Public License) para monitorizar redes y sistemas. Se instala sobre cualquiera sistema operativo Linux.

Básicamente, su función es:

- Informar de los problemas de red y servicios de equipos antes de que los clientes, usuarios finales ó administradores lo hagan.
- Ejecución regular de chequeos de Host y Servicios.
- Notificaciones de problemas vía correo electrónico, SMS,...
- Visualización del estado actual de los sistemas monitorizados, los “logs” históricos y informes vía navegador Web.

Permite monitorizar todo tipo de dispositivos de red: puntos de acceso, switches,etc..., así como, con clientes específicos, equipos Windows, Linux, UNIX,...

5.2.4.2 CACTI

Cacti es una solución completa de captura de datos y realización de gráficas de red diseñada para aprovechar toda la potencia del almacenamiento compacto de datos mediante RRDTools. Cacti proporciona una componente de interrogación de dispositivos SNMP, plantillas de gráficos avanzadas, múltiples formas de adquisición de datos. Todo esto mediante un interface de gestión y configuración Web intuitivo y sencillo, que proporciona un gran valor a la gestión y monitorización de redes complejas con cientos de dispositivos.

Para una óptima monitorización del sistema es imprescindible conocer en todo momento qué está ocurriendo en nuestra red y abordar de una manera rápida y eficiente cualquier problema que pueda aparecer. Esto es posible mediante el Simple Network Management Protocol y herramientas como Cacti que permiten obtener información en tiempo real de numerosos parámetros del sistema.

Los sistemas de monitorización de red tienen muchas ventajas, entre ellas, detectar situaciones de congestión; monitorizar las diversas interfaces de usuario, etc.

Simple Network Management Protocol (SNMP) es un protocolo de gestión de red muy utilizado, que permite obtener información de dispositivos de red, memoria libre, uso de la CPU, detección de errores, establecer alarmas, estado de funcionamiento, etc.

5.2.5 GESTIÓN DE USUARIOS

Las conexiones a redes públicas basadas en IP, permitieron la integración vertical de proveedores y clientes en los negocios corporativos y la realización de negocios a cualquier hora del día con clientes localizados en cualquier parte del mundo. Pero al mismo tiempo, abrieron las puertas a usuarios no autorizados que tienen posibilidad de moverse por los sistemas, accediendo a información confidencial y pudiendo ocasionar la pérdida de datos fundamentales para el desarrollo de la actividad.

Por eso, es necesario dotar las infraestructuras de red de dispositivos que permitan, proteger los sistemas mejorar las prestaciones de la red, repartir la carga y acelerar la entrega de contenidos.

Para cumplir estos objetivos se añaden los siguientes componentes a la infraestructura de red:

- OSC Radiator: será la aplicación encargada de las tareas de control de acceso a la red, a través del protocolo RADIUS. Este protocolo realiza la función de autenticación y autorización de acceso, basada en un nombre de usuario y contraseña asignado a cada usuario. La aplicación Radiator es la aplicación de RADIUS más versátil y flexible del mercado, puede ser instalada en plataformas Windows, UNIX, MacOS e Linux, gracias a su desarrollo en plataforma neutra basada en Perl. Actualmente es la aplicación con mayor nivel de soporte para RADIUS y que incluye el mayor número de protocolos asociados de autenticación para redes wireless, como son EAP-TLS, EAP-TTLS, PEAP, EAP-GTC, EAP-PAX, EAP-LEAP, EAP-SIM, entre otros, así como soporte para utilizar múltiples orígenes de datos para la validación de usuarios, como pueden ser servidores de base de datos de usuarios, fichero de texto plano, directorios LDAP, Directorio Activo de Microsoft, MacOS e otros servicios RADIUS. También permitiría la utilización de otros tipos de autenticación de mayor seguridad, como pueden ser tokens con certificados, controles de identificación personal con huella digital, etc

En este proyecto se incluye una base de datos en la que se almacenarán los datos de usuarios entre los cuales se incluye ese nombre de usuario y contraseña que serán los que utilice el servidor Radiator para verificar los usuarios, tanto a la red inalámbrica, como a Internet. También se encargará de guardar los registros de conexiones de los usuarios, en los que se incluirán datos de tiempos de conexión y tráfico procesado. Además utilizando las funcionalidades que permite RADIUS en conjunto con los protocolos 802.1 x y al mismo tiempo que se realiza autenticación, usando los mismos protocolos se podrán cifrar las conexiones de todos los usuarios basándose en claves distintas para cada usuario, variables en el tiempo con TKIP ó AES, garantizando de este modo la privacidad del tráfico de los usuarios.

- Servidor DHCP – Permite la asignación dinámica de IPs a los usuarios que, una vez autenticados, se conectan a la red. Esto genera una mayor facilidad de gestión para el

Ayuntamiento que únicamente tendrá que asignar un nombre de usuario y una clave a cada personas que lo requiera y posteriormente sería el sistema quien, de forma automática, realizase el control y la gestión de sus accesos a la red. En el proyecto, se incluye aplicación para el servicio DHCP dhcp-daemon, basada en Linux.

5.2.6 FIREWALL NETASQ U70

Los modelos U30 y U70 de la serie “U” son las soluciones de seguridad ideales para PYMES o filiales grandes. El funcionamiento y el nivel de seguridad de la Serie “U” hacen de las aplicaciones U30 y U70 soluciones eficientes y duraderas.



Figura 5-16 Firewall Netasq U70

5.2.7 SERVIDOR HP PROLIANT DL360 G5.

HP ProLiant DL360, hace honra a su historial de excelencia en diseño, con una disponibilidad y capacidad de gestión de categoría empresarial, el rendimiento probado del procesador Intel Xeon de 4 vías y gran densidad en un tamaño 1U para una variedad de aplicaciones e implantaciones en bastidor.



Figura 5-17 HP Proliant DL360

5.3 SERVICIOS OFRECIDOS

A continuación se relacionan servicios que puede ofrecer la red inalámbrica proyectada:

- Acceso a Internet de banda Ancha, previa solicitud de alta de usuario en el ayuntamiento.
- VoIP.
- Acceso a servicios telemáticos ofrecidos por el ayuntamiento.
- Comunicación de alta capacidad entre las distintas dependencias del ayuntamiento.
- Etc.

5.4 DECISIONES SOBRE EQUIPAMIENTO Y EQUIPAMIENTO ALTERNATIVO

A la hora de escoger el equipamiento hay que tener en cuenta diversos factores pero principalmente se ha hecho un análisis en cuanto a relación calidad – precio.

En este caso **Proxim** proporciona una solución completa dentro del mismo fabricante, cuestión altamente deseable debido a varios factores: interoperabilidad, gestión, mantenimiento, etc.

Otro fabricante que podría proporcionar una solución también completa es **Cisco**. Para la red urbana se podrían utilizar los equipos de la serie Cisco Aironet 1550, que son equipos de exteriores propiamente dichos y para los radioenlaces la posibilidad sería con los Cisco Exalt ExtendAir R5005 Outdoor Bridge.

A continuación se muestran estos equipos en fotos:



El problema de esta solución es que los puntos de acceso de la gama 1550 necesitan un controlador inalámbrico para funcionar. El controlador es un equipo que permite gestionar un grupo de puntos de acceso de forma conjunta de manera que los cambios que se hagan se pueden aplicar a todos los equipos a la vez.

La solución de Cisco es probablemente superior en calidad a la de Proxim pero el coste conjunto se triplica aproximadamente. En este proyecto se ha intentado ajustar lo máximo posible el presupuesto del mismo, con lo cual ha sido necesario optar por una solución más económica.

Una segunda solución alternativa es la de Motorola, que es un fabricante puntero en soluciones inalámbricas. Realmente su núcleo del negocio inalámbrico hasta hace poco tiempo consistía en los radioenlaces pero desde hace un tiempo ya dispone de solución completa.

Para el acceso se podrían utilizar los equipos de la gama AP6532 mientras que para la distribución se emplearían tanto lo PTP (*point-to-point*) como lo PMP (*point-to-multipoint*). En el caso de los enlaces punto a punto se optaría por la serie PTP 500 y para los punto a multipunto por la PMP 100.

En las siguientes fotos se observan los equipos mencionados anteriormente:



Ésta segunda es una muy buena solución también pero tiene el mismo problema que la de Cisco, el coste económico. En caso de querer utilizar estos equipos el coste de la electrónica se dispararía aproximadamente al doble.

Aparte de estas dos soluciones presentadas, se podría optar por soluciones mixtas entre fabricantes. Así, por ejemplo, para los radioenlaces se podría haber optado por la solución de Alvarion, que es una gran solución pero este fabricante no dispone de puntos de acceso para la conexión de los usuarios WiFi. Además, sigue existiendo el mismo problema del coste.

6 ANALISIS Y RECOMENDACIONES SOBRE KITS DE USUARIO

De cara a garantizar una calidad de conexión óptima a la red de acceso WIFI incluso en aquellos emplazamientos en los cuales los usuarios se encuentren alejados de la estación base más cercana, se realizó un estudio de mercado de los kits de usuario que amplifican la señal y permiten una calidad de recepción aceptable incluso cuando el nivel de señal es bajo.

Se evaluaron múltiples opciones a la hora de realiza-la conexión basadas tanto en hardware como en software. En primer lugar se han evaluado equipos de acceso de uso habitual, los que se encuentran en tiendas de informática y grandes superficies, pero se ha observado una gran variabilidad en su funcionamiento y configuración, por lo que también se han buscado equipos que realicen las funciones de conexión de forma autónoma y evitar así las incompatibilidades, problemas de drivers, etc asociadas a los PCs clientes y sus sistemas operativos. Adquiriéndose varios de estos equipos para confirmar que el funcionamiento es el correcto y probar sus prestaciones, ya que se observó que existe un número relativamente bajo de modelos en el mercado. En redes wireless de operadores WISP, habitualmente se usa un equipo cliente wireless que es de tecnología propietaria asociada a los puntos de acceso.

6.1 ACCESO POR SOFTWARE - WINDOWS XP

El acceso por software está basado en la utilización de equipos con sistema operativo Microsoft Windows XP, el más extendido del mercado y por eso el que tendría mayor uso por los usuarios.

El sistema operativo Windows XP Service Pack 2 lleva incluido un cliente de tipo 802.11 i, que utiliza tanto los protocolos TKIP como AES para el cifrado y usando PEAP (desarrollado por Microsoft) para la autenticación.

6.2 ACCESO POR SOFTWARE - CLIENTE EAP-TTLS

Las pruebas se realizaron con un software cliente que realiza el método EAP-TTLS, en lugar de usar el incluido con Windows XP basado en EAP. Este software es el Odyssey, desarrollado por Funk y actualmente propiedad de Juniper Networks.

Los resultados fueron equivalente a los realizados utilizando el método PEAP integrado con Windows, por lo que observamos que la utilización de un método o otro no influye en la conexión. Las diferencias de rendimiento, calidad, etc, se vió que siguen orientadas a el hardware de los equipos y tarjetas, así como a sus drivers, y no a la aplicación cliente en sí. La única diferencia es la mayor flexibilidad de configuración gracias a la interfaz gráfica mucho más intuitiva, pero que de cualquier manera resulta bastante complejo para usuarios no expertos.

6.3 EQUIPO CLIENTE 3Com WL-560

El equipo es un equipo cliente de tipo bridge para redes Wi-fi, que utiliza su interfaz wireless para conectarse a la red, mientras que el equipo PC cliente se conecta a su interfaz ethernet. En este equipo el acceso a la red wireless es independiente del PC cliente y su sistema operativo, siendo necesario unicamente un puerto ethernet 10/100, que es un estándar mucho más fiable y estable.



El 3Com WL-560 es un equipo bridge, que puede utilizar los métodos de autenticación PEAP, EAP-TLS y EAP-TTLS, aunque los mejores resultados en cuanto a estabilidad se observaron con EAP-TTLS. El equipo tiene un cliente DHCP integrado, de forma que obtiene IP de la red wireless y empieza a funcionar como bridge, de forma que los PCs clientes obtienen direcciones IPs de la misma red a la que se conecta.

6.4 EQUIPO CLIENTE PEPLINK SURF 200 BG

El Peplink Surf 200BG es un equipo orientado a cliente de redes wireless, que funciona como router y que utiliza su interfaz wireless para conectarse a la red, mientras que el equipo PC cliente se conecta a su interfaz ethernet. En este equipo el acceso a la red wireless es independiente del PC cliente y su sistema operativo, siendo necesario unicamente un puerto ethernet 10/100, que es un estándar mucho más fiable y estable.



El modelo Peplink Surf 200BG es un equipo router, que se conecta por wireless utilizando únicamente el método EAP-TTLS con protocolo WPA2 y cifrado AES, tiene un cliente y servidor DHCP integrado que coge una IP pública de la red wireless, y el PC cliente (uno o varios) se conectan a la interface ethernet, les asigna IPs privadas, de forma que realiza NAT en el acceso, como hacen habitualmente los equipos routers ADSL. Su configuración se realiza mediante web y es muy fácil e intuitiva.

6.5 CONCLUSIONES

La mejor opción es recomendar unos equipos independientes del PC cliente para realizar el acceso a la red wireless. De este modo se obtienen dos grandes ventajas:

- Los usuarios en una misma situación, obtendrán la misma calidad de acceso, lo que contribuye a la homogeneización del acceso, es decir, todos los usuarios observarán una calidad de acceso similar, sin agravios comparativos" que pueden venir dados por la utilización de determinados tipos de tarjetas wireless, sistemas operativos antiguos, etc.
- Se reduce de una forma radical el número de incidencias y problemas asociados a la instalación y al mantenimiento de los usuarios, lo que implica que aumente la calidad del servicio (por el menor número de incidencias) y sobre todo reducir de forma notable el número de recursos necesarios de personal del Ayuntamiento de Corcubión para la instalación y mantenimiento de los usuarios.

Los usuarios siempre podrán utilizar sus propios accesos por software, por ejemplo con Windows XP y con PEAP, ya que tendrá la información para realizarlo, pero se evitará recomendarlo para evitar las complejas tareas de configuración de tarjetas, sistemas operativos y equipos clientes. Hai que tener en cuenta que los usuarios no tienen conocimientos avanzados de informática, por lo que podrán aparecer múltiples incidencias asociadas a cambios en el PC del cliente.

Por nuestra parte, la **recomendación sería la utilización del modelo 3Com WL-560 para las instalaciones que requieran un acceso bridge y el modelo Peplink 200BG para las instalaciones que requieran un acceso router similar a un acceso típico ADSL**. Este último equipo está avalado por la utilización en grandes redes de operador WISP (Wireless Internet Service Provider) en Norteamérica, como son las redes de Google Wifi.

7 GESTIONES CON LA COMISION DEL MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES

7.1 REGISTRO DE ACTIVIDAD

En cumplimiento de lo establecido en la ley 32/2003 del 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y en la Directiva 2002/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 7 de marzo de 2002, relativa a la autorización de redes y servicios de comunicaciones electrónicas, el Ayuntamiento de Corcubión notificó su intención de iniciar la actividad que se describe a continuación:

- Explotación de una red pública de comunicaciones electrónicas mediante la utilización del dominio público radioeléctrico a través de frecuencias de uso común (RLAN-WIFI)
- Servicio de transmisión de datos disponibles al público de proveedor de acceso a Internet

Los interesados (**en este caso, el Excmo. Ayuntamiento de Corcubión**) en la explotación de una determinada red o en la prestación de un determinado servicio de comunicaciones electrónicas deberán, con anterioridad al inicio de la actividad, notificarlo fehacientemente a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, mandando la información y documentación correspondiente.

Si la notificación presentada reúne los requisitos exigibles, se procederá a la inscripción del interesado en el Registro de Operadores de redes y servicios de comunicaciones electrónicas dependiente de esta Comisión.

Los operadores deberán notificar a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones cada tres años, contados desde la notificación inicial, su intención de continuar con la explotación de las redes o la prestación de los servicios que consten inscritos en el Registro de Operadores. La condición de operador se mantendrá en tanto no se extinga la habilitación para la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, por las causas previstas en el artículo 6 del Reglamento anteriormente mencionado.

7.2 EXPLOTACION DE ACTIVIDAD

Por otra parte, con respecto a la explotación, es necesario destacar que la citada ley refiere en su artículo 8 que las entidades públicas o privadas que, de acuerdo con la legislación vigente, tengan derechos especiales o exclusivos para la prestación de servicios en otro sector económico y que exploten redes públicas o presten servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público deberán llevar cuentas separadas y auditadas para sus actividades de comunicaciones electrónicas, o establecer una separación estructural para las actividades asociadas con la explotación de redes o con la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas.

Mediante real decreto se podrá establecer la exención de esta obligación para las entidades cuyo volumen de negocios anual en actividades asociadas con las redes o servicios de comunicaciones electrónicas sea inferior a 50 millones de euros. Además, la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas por las Administraciones Públicas, directamente o a través de sociedades en cuyo capital participen mayoritariamente, se ajustará a lo dispuesto en esta ley y a sus normas de desarrollo y se realizará con la debida separación de cuentas y con arreglo a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación. La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones podrá imponer condiciones especiales que garanticen la no distorsión de la libre competencia.

7.3 TASAS DE OPERADOR

Todo operador (**en este caso, el Ayuntamiento**) estará obligado a satisfacer a la Administración General del Estado y a sus organismos públicos una tasa anual que no podrá exceder del dos por mil (en la actualidad es el 1,25 por mil) de sus ingresos brutos de explotación.

Se entiende por ingresos brutos el conjunto de ingresos que obtenga el operador derivados de la explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas incluidos en el ámbito de aplicación de la Ley General de Telecomunicaciones. Para tales efectos no se considerarán como ingresos brutos los correspondientes a servicios prestados por un operador el importe del cual recaude de los usuarios con el fin de remunerar los servicios de operadores que exploten redes o presten servicios de comunicaciones electrónicas.

La tasa será devengada el 31 de diciembre de cada año. No obstante, si por causa imputable a el operador, este perdiese la habilitación para actuar como tal en fecha anterior a el 31 de diciembre, la tasa será devengada en la fecha en que esta circunstancia se produzca.

8 ESTIMACION ECONOMICA DEL PROYECTO

8.1 Presupuesto

Red Inarámica para el ayuntamiento de Corcubión				
Red Urbana				
Nodo Tipo 1				
1	Nodo formado por: AP, pigtail, antena y conversor (mantenimiento incluido)	9	550,08 €	4.950,69 €
Total Nodo Tipo 1				4.950,69 €
Nodo Tipo 1 bis (Centro de Salud)				
1	Nodo formado por: AP, pigtail, antena, switch y SFP (mantenimiento incluido)	1	750,66 €	750,66 €
Total Nodo Tipo 1 bis (Centro de Salud)				750,66 €
Total Red Urbana				5.701,35 €
Red Interurbana				
Nodo Tipo 2 (Ayuntamiento)				
1	Nodo formado por: BSUR, antena para BSUR, cable RF, 2 APs, pigtails, cables RF, protectores de descargas, antenas sectoriales, PoEs y switch (mantenimiento incluido)	1	2.355,88 €	2.355,88 €
Total Nodo Tipo 2 (Ayuntamiento)				2.355,88 €
Nodo Tipo 3 (Cuarteles y Pabellon)				
1	Nodo formado por: BSUR, antena para BSUR, cable RF, SUR, 2 APs, pigtails, cables RF, protectores de descargas, antenas sectoriales, PoEs y switch (mantenimiento incluido)	2	3.102,81 €	6.205,61 €
Total Nodo Tipo 3 (Cuarteles y Pabellon)				6.205,61 €
Nodo Tipo 5 (Oficina Turismo, Costa Vilar)				
1	Nodo formado por: SUR, 2 Aps, pigtails, cables RF, antenas sectoriales y switch (mantenimiento incluido)	2	1.836,52 €	3.673,04 €
Total Nodo Tipo 5 (Oficina Turismo, Costa Vilar)				3.673,04 €
Nodo Tipo 6 (Casa de la Cultura)				
1	Nodo formado por: SUR, AP y switch	1	487,88 €	487,88 €
Total Nodo Tipo 6 (Casa de la Cultura)				487,88 €
Nodo Tipo 7 (Radio Neria)				
1	Nodo formado por switch	1	143,09 €	143,09 €
Total Nodo Tipo 7 (Radio Neria)				143,09 €
Total Red Interurbana				12.865,50 €
Infraestructuras del CPD				
Electrónica de Red				
1	Switch de Capa 3 Allied Telesis 9924 y	1	3.576,74 €	3.576,74 €
Total Electrónica de Red				3.576,74 €
Gestor AB				
Gestor de Ancho de Banda – ALLOT NETENFORCER AC-8i				500,00 €
Devasa (Firewall)				
1	Firewall Netasq Appliance U70 con mantenimiento incluido	1	1.223,39 €	1.223,39 €
Total Devasa (Firewall)				1.223,39 €
Total Infraestructuras de CPD				4.800,13 €

Sistemas, Gestión y Monitorización de Red				
Sistema de Servidores				
1	Servidor HP ProLiant DL360 G5 Xeon QuadCore E5420 incluyendo procesador, memoria RAM, discos duros, fuente de alimentación redundante, sistema operativo y 3 años	1	4.147,13 €	4.147,13 €
Total Sistema de Servidores				4.147,13 €
Plataforma de Virtualización de WebMail, Gestión de Usuarios, Monitorización y Sistema de Alarmas				
1	Licencias de VMware para virtualización del servidor con 1 año de soporte	1	1.261,08 €	1.261,08 €
Total Plataforma de Virtualización de WebMail, Gestión de Usuarios, Monitorización y Si:				1.261,08 €
1	Servidor de Autenticación Radiator RADIUS + Radmin	1	1.344,44 €	1.344,44 €
Total Servidor de Autenticación				1.344,44 €
Total Sistemas, Gestión y Monitorización de Red				6.752,65 €
Servicios Profesionales				
Servicios de Dirección de Proyecto: <ul style="list-style-type: none"> - Planificación del Proyecto - Seguimiento y verificación del cumplimiento de los hitos del proyecto - Reuniones y interacción con el cliente Servicios de Networking: <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la Arquitectura de Red - Replanteo de los Nodos de la Red - Diseño de Proyecto de Ingeniería - Configuración de los Equipos de los distintos Nodos Servicios de Infraestructuras: <ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento del Plan de Seguridad y Salud - Planificación y Control de las Instalaciones, tanto del CPD como de las Estacioness Radio - Pruebas de la arquitectura 				
1	Redacción del Proyecto de Ingeniería	1	23.920,50 €	23.920,50 €
1	O&M	1	3.724,19 €	3.724,19 €
Total Servicios Profesionales				27.644,69 €
Servicios de Instalación Física				
Instalación física de todo el equipamiento incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> - Tendidos de fibra óptica necesarios - Fusión de la misma - Instalación de las cajas estancas que alberqarán los dispositivos 				
1		1	54.635,68 €	54.635,68 €
Total Servicios de Instalación Física				54.635,68 €
Total Red Ina. para el Ayto. de Corcubión(SIN IVA)				112.400,00 €

8.2 VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

La estimación realizada es que habrá unos 400 usuarios de la red (60 premium y 340 normales – 400 en total) y el coste por usuario será de 15 € para los Premium y 11 euros para los normales. No se podría cobrar más porque esto tiene que competir con los operadores y si el precio es alto los usuarios se irán con un operador convencional. Esto supone que los ingresos serán de unos 4.640 € mensuales, lo que haría unos 55.680€ anuales.

Para el mantenimiento de la red se estima que será necesaria una persona contratada a media jornada, con un coste anual de mantenimiento de 14.000 €.

La estimación realizada demuestra que el proyecto económicamente es viable.

9 CONCLUSIONES FINALES

- El principal objetivo del presente proyecto es dotar a los ciudadanos de acceso a Internet.
- Para cumplir con la legislación vigente el Ayuntamiento tendrá que darse de alta como operador y la red se autofinanciará a través del cobro a los usuarios que se den de alta.
- La salida a Internet será en el CPD, habrá una red de distribución encargada de repartir la señal en Pre-Wimax y una red de acceso para dotar de red a los ciudadanos en WIFI 802.11 b/g.
- Para el equipamiento se optó por Proxim debido a la buena relación calidad-precio.
- El gestor se encargará del control de los usuarios así como de asignar el ancho de banda a cada uno de ellos.
- De los resultados obtenidos en las simulaciones se desprende que el proyecto es totalmente viable.
- En el apartado de viabilidad económica del proyecto se demuestra que el mismo es sostenible económicamente.