

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes (“Wi-Fi”)

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
Grupo de Nuevas Actividades Profesionales



colegio oficial
ingenieros de telecomunicación

Edita: COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
C/Almagro,2. 28010 Madrid

<http://www.coit.es>

Depósito Legal: M-36117-2004
ISBN: 84-931582-8-3

Fotocomposición: Inforama, S.A
C/Principe de Vergara,210. 28002 Madrid
Impresión: Ibergraphi 2002, S.L.L
C/Mar Tirreno, 7bis. 28830 San Fernando de Henares (Madrid)

Presentación del Grupo de Nuevas Actividades Profesionales del COIT (Grupo NAP):

La razón primera de existencia de un Colegio Profesional es el interés social de la actividad que le caracteriza y a la que se debe. Para ordenar la profesión correspondiente dispone de las competencias legales necesarias y para defender ese interés público cuenta con el inmejorable activo de los profesionales que el propio Estado ha formado específicamente para ello, a los que el Colegio agrupa y representa.

Pero es tal el dinamismo de nuestro sector que los campos de actividad que constituyen nuestro ejercicio profesional se incrementan o se modifican cada día; de ahí que, de acuerdo con los fines colegiales, se haya considerado conveniente crear un grupo de trabajo que se ocupe de detectar las nuevas actividades que van surgiendo, de analizarlas y de evaluar su impacto. Así nació, en el año 2003, el Grupo de Nuevas Actividades Profesionales (NAP).

También es misión del Grupo analizar y proponer, en estas nuevas áreas, la conveniencia, o en su caso la obligatoriedad, de contar con la redacción de un proyecto técnico de telecomunicaciones, ya sea por su grado de complejidad, porque soporten servicios de telecomunicación de uso público, porque deban quedar garantizados unos requisitos mínimos de calidad y de seguridad, o bien porque se deba hacer un uso eficaz y eficiente de ciertos recursos públicos limitados en un régimen de mercado plenamente liberalizado.

Estoy convencido de que las líneas de trabajo que mantiene abiertas o tiene previsto abrir este Grupo NAP harán del mismo un foco de atención preferente para nuestros ingenieros y para el sector de las telecomunicaciones.

Francisco Mellado García
Vicedecano del COIT y Fundador del Grupo NAP

NAP

Grupo de Nuevas Actividades Profesionales
Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

Autor: Grupo NAP

Miembros

José Ignacio Alonso Montes
Carlos Franco Beltrán (Coordinador)
Francisco Mellado García
Miguel Pérez Subías
José Fabián Plaza Fernández
Victoria Ramos González

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

La situación de las Tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes ("Wi-Fi")

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
Grupo de Nuevas Actividades Profesionales

Editor: José Ignacio Alonso Montes



colegio oficial
ingenieros de telecomunicación

PRÓLOGO

Los ingenieros de telecomunicación, con sus conocimientos, son responsables del diseño de proyectos de infraestructuras de telecomunicación.

Con el visado correspondiente, el COIT garantiza ante la sociedad la calidad de los mismos y el cumplimiento de la normativa vigente.

La constante preocupación por responder en tiempo y calidad a la aparición de nuevas tecnologías y soportes a ellas asociados, lleva a nuestro Colegio a organizarse para ello, en la idea de adecuar, permanentemente, la oferta de conocimientos de los ingenieros que se dedican al diseño de proyectos, a toda nueva actividad que justifique la presencia de nuestros profesionales.

No hace mucho, menos de una generación, la telefonía fija era prácticamente la única vía de comunicación entre puntos remotos.

Tras ella llegó el satélite, después lo hizo la telefonía móvil, a continuación los sistemas LMDS, para ahora encontrarnos en plena aparición y rápida consolidación de las redes WiFi, en lo que, en conjunto, representa el éxito de las telecomunicaciones inalámbricas.

A todas ellas se ha venido adaptando el ingeniero de telecomunicación para liderar el despliegue de infraestructuras: ahora tiene que hacerlo con la tecnología WiFi.

Además, el COIT mantiene, desde hace años, una permanente labor de asesoramiento a la sociedad como interlocutor entre la tecnología y sus repercusiones en el ciudadano.

Para ambas cosas, para situar al profesional ante una nuevo protocolo de telecomunicaciones y para difundir y explicar este nuevo soporte al conjunto de la sociedad, se edita hoy este cuaderno, producto del trabajo del Grupo de Nuevas Actividades Profesionales, creado en el seno del COIT para facilitar la incorporación de los ingenieros de telecomunicación a cualquier tecnología naciente.

Este documento es oportuno porque trata de estructurar el inicio del debate y el despliegue de estas redes inalámbricas sobre esta nueva tecnología en un momento en el que se han producido y se están produciendo fracasos importantes en su implantación en determinados entornos.

Es el deseo de las Juntas que presido que este primer informe del Grupo NAP, sea de utilidad para todos en el sector y que ayude a ordenar y conocer mejor un protocolo de telecomunicaciones que tiene un enorme futuro, solo si aceptamos ordenar su despliegue de acuerdo con los aspectos legislativos y regulatorios que afectan a esta tecnología.

Llega producto de la dedicación de los miembros de este nuevo Grupo de Trabajo, a quienes agradezco su tremenda ilusión, y representa un paso más en el compromiso de los ingenieros de telecomunicación y su Colegio Oficial, con la Sociedad de la Información.

Enrique Gutierrez Bueno
Decano Presidente COIT-AEIT

PRESENTACIÓN

Desde hace apenas tres años, una tecnología, o quizás sería más exacto, un protocolo de comunicaciones, empezó a despuntar con enorme éxito y visos de un tremendo futuro. Esta tecnología basada en el estándar IEEE 802.11b y conocida comúnmente por "Wi-Fi" ("Wireless Fidelity") ha conseguido unos altos niveles de implantación, desbordar el ámbito de aplicaciones y servicios para los que fue inicialmente concebida, ser un complemento poderoso a algunas tecnologías y representar una potencial amenaza al desarrollo de otras que requieren importantes infraestructuras y altos niveles de inversión.

Creemos que las posibilidades que tiene esta tecnología, con su clara orientación a la movilidad y a la banda ancha, son un punto de partida muy interesante hacia el éxito, siempre y cuando se sepa encontrar el punto de equilibrio entre lo que, en un sector plenamente liberalizado, debe estar en manos de los usuarios finales y lo que debe estar en manos de los profesionales que tienen las herramientas, la experiencia y los conocimientos para abordar con éxito proyectos de redes de telecomunicación.

El Grupo de Nuevas Actividades Profesionales abordó el tema y fruto de sus trabajos es el presente documento.

Éste se ha estructurado en seis capítulos, cinco anexos y un conjunto de conclusiones y recomendaciones. En ellas se resumen las ideas más importantes y aquellas actuaciones que creemos necesarias para que la tecnología Wi-Fi se consolide e implante con éxito.

En el capítulo primero se analizan los aspectos técnicos de la citada tecnología. Se presentan las características y parámetros técnicos de los distintos estándares asociados al despliegue de redes WLAN, la evolución de las mismas, los aspectos de seguridad y su potencial uso para la prestación de voz y otros servicios sobre la mismas. Asimismo, se hace un análisis tecnológico y del posicionamiento frente a otras tecnologías inalámbricas basadas en la movilidad.

En el capítulo segundo se revisan los aspectos legislativos y regulatorios de esta tecnología y se presenta un marco regulatorio básico en el que se enmarcaría el despliegue de la misma. Se presentan distintas resoluciones de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones relativas a la tecnología Wi-Fi, los requisitos legales para la prestación de servicios sobre este tipo de redes y un conjunto de conclusiones basadas en las citadas resoluciones. Asimismo, debido al carácter radioeléctrico de esta tecnología, se encuadra a la misma dentro de la normativa sobre restricciones a la emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria que la legislación española contempla. Se señala, por último, el papel que la ICT podría jugar para la incorporación de los posibles servicios y aplicaciones que la tecnología Wi-Fi puede proporcionar.

En las siguientes páginas -capítulos tercero y cuarto- se describen posibles escenarios para las aplicaciones de la tecnología Wi-Fi y los aspectos de mercado.

El capítulo quinto se dedica a describir las actuaciones de la Administración Pública y las actividades que las Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales han desarrollado o están desarrollando en este campo.

El último capítulo está dedicado a la realización de proyectos técnicos para el despliegue de este tipo de redes. Se presenta una metodología para la elaboración de los mismos y la estructura de un proyecto tipo para el visado colegial.

Los distintos anexos contienen una guía de las actividades de los distintos grupos de trabajo del IEEE 802.11, un resumen de las resoluciones de la CMT y un glosario de acrónimos.

Es deseo del Grupo de Nuevas Actividades Profesionales que este documento contribuya tanto a la formación como a la ayuda en la toma de decisiones por parte de los distintos agentes involucrados, y que redunde en un beneficio para la Sociedad de la Información, para el desarrollo del sector y de los profesionales que lo forman.

Carlos Franco Beltrán (*Coordinador*)
José Ignacio Alonso Montes (*Editor*)



Índice:

IDEAS Y ACTUACIONES A DESTACAR.....	3
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
PARTE I: SITUACIÓN Y ANÁLISIS DE Wi-Fi.....	12
CAPÍTULO I: ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	12
1.1 INTRODUCCIÓN A Wi-Fi.....	12
1.1.1 Arquitectura interna de las redes Wi-Fi.....	13
1.2 LOS ORGANISMOS DE ESTANDARIZACIÓN.....	15
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTÁNDARES WLAN.....	16
1.4 “Wi-Fi ALLIANCE”.....	22
1.5 POSIONAMIENTO TECNOLÓGICO ACTUAL.....	23
1.5.1 Tecnologías de acceso de banda ancha.....	24
1.5.2 Una tecnología para cada necesidad.....	25
1.5.3 Sistemas 3G.....	26
1.5.4 WLAN y 3G: una comparación.....	28
1.5.5 BLUETOOTH y UWB: ¿oportunidad o amenaza?.....	29
1.6 ANÁLISIS DAFO DE LA TECNOLOGÍA Wi-Fi.....	30
1.7 LA SEGURIDAD EN LAS REDES Wi-Fi.....	31
1.7.1 La situación.....	31
1.7.2 Wardriving , Warwalking y Warchalking.....	31
1.7.3 Los hechos.....	32
1.7.4 Las soluciones.....	32
1.8 EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD.....	36
1.9 EL DESARROLLO DE VOZ SOBRE REDES Wi-Fi.....	39
1.10 EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.....	42
1.10.1 IEEE- 802.15: WPAN.....	44
1.10.2 IEEE- 802.16: WMAN.....	44
1.10.3 IEEE-802.20: MBWA.....	45
CAPÍTULO II: ASPECTOS LEGISLATIVOS Y REGULATORIOS.....	48
2.1 EL MARCO LEGISLATIVO EN ESPAÑA.....	48
2.2 PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN SOBRE REDES Wi-Fi.....	49
2.3 MARCO REGULATORIO BÁSICO PARA REDES Wi-Fi.....	50
2.4 EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.....	52
2.5 UTILIZACIÓN DEL CNAF EN REDES Wi-Fi.....	54
2.6 RESOLUCIONES DE LA CMT RELATIVAS A Wi-Fi.....	59
2.6.1 Resoluciones de la CMT de interés.....	60
2.7 REQUISITOS LEGALES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS SOBRE REDES Wi-Fi.....	61
2.8 CONCLUSIONES SOBRE EL MARCO REGULATORIO.....	65



2.9	LAS EMISIONES RADIOELÉCTRICAS	66
2.9.1	Introducción	66
2.9.2	Situación actual	66
2.9.3	Emisiones radioeléctricas y Wi-Fi.....	68
2.10	INFRAESTRUCTURAS COMUNES TELECOMUNICACIÓN (ICT).....	72
CAPÍTULO III: APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA Wi-Fi		74
3.1	ESCENARIOS POSIBLES.....	74
3.2	CASOS DE HOT SPOTS	77
CAPÍTULO IV: ASPECTOS DE MERCADO DE Wi-Fi		82
4.1	LAS ESTIMACIONES DE LAS CONSULTORAS	82
4.2	ESTUDIO DE MERCADO DE REDES Wi-Fi EN ESPAÑA	88
4.3	OFERTAS DE SERVICIO PUBLICO Wi-Fi.....	89
4.3.1	Análisis de ofertas de <i>Hot-Spots</i> en España	90
CAPÍTULO V: LAS ACTUACIONES DE LA ADMINISTRACION PÚBLICA.....		94
5.1	RED.ES	94
5.1.1	Programas de RED.ES en marcha.....	94
5.2	ACTIVIDAD DE LAS COMUNIDADES AUTONÓMAS.....	97
5.3	ACTIVIDAD DE MUNICIPIOS y CORPORACIONES LOCALES	98
5.4	LAS REDES INALÁMBRICAS LIBRES	98
CAPÍTULO VI: DESPLIEGUE DE REDES Wi-Fi y PROYECTOS TÉCNICOS .		99
6.1	INTRODUCCIÓN.....	99
6.2	METODOLOGÍA PARA EL DESPLIEGUE DE UNA RED Wi-Fi.....	101
6.2.1	Planificación radioeléctrica	104
6.2.2	Emisiones radioeléctricas	105
6.2.3	Mecanismos y políticas de seguridad	106
6.2.4	Estructura del proyecto tipo	107
PARTE II: REFERENCIAS, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....		110
REFERENCIAS		110
BIBLIOGRAFÍA.....		112
ANEXO A: GUÍA ACTIVIDADES Y GRUPOS TRABAJO DEL IEEE 802.11 ..		114
ANEXO B: ASIGNACION DE ESPECTRO RADIOELECTRICO PARA Wi-Fi		120
ANEXO C: RESOLUCIONES DE LA CMT DE INTERÉS		121
ANEXO D: NIVELES DE REFERENCIA SEGÚN RD.-1066/2001		146
ANEXO E: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS		147



IDEAS Y ACTUACIONES A DESTACAR

La eclosión de los sistemas inalámbricos basados en el estándar 802.11b y sus variantes, está posibilitando la extensión de las redes corporativas en múltiples entornos, incluyendo la propia movilidad, con conexiones de banda ancha. Sin embargo, la tecnología que hay detrás de este estándar es sofisticada y la multitud de aplicaciones y entornos en los que se desarrolla, hacen que una red “Wi-Fi” sea una red de telecomunicaciones compleja, tanto de diseñar y dimensionar, como de implantar, y posteriormente optimizar y operar, para obtener el máximo rendimiento.

Para conseguir que la tecnología Wi-Fi se consolide, se implante con éxito y contribuya al desarrollo de la Sociedad de la Información tendrá que vencer innumerables obstáculos:

- Que el estándar evolucione de manera ordenada y clara, ofreciendo soluciones a las debilidades actuales y respondiendo a las necesidades del mercado.
- Que la industria continúe apoyando con productos de calidad y de total interoperabilidad, en un mercado abierto.
- Que exista disponibilidad de aplicaciones y servicios.
- Que se garantice la calidad de servicio y las características de las redes IP, teniendo en cuenta que esta tecnología usa bandas de frecuencias en común con otras.
- Que se haga un uso eficaz y eficiente de los recursos que requiere el despliegue de estas redes: diseño de la red, análisis de coberturas, planificación de frecuencias, arquitectura, dimensionado de equipos, diseño y optimización de la red telemática, seguridad física y lógica de la red, flexibilidad a cambios y capacidad de crecimiento, supervisión, operación y mantenimiento, ...

Todo lo anterior implicará un impulso a la innovación.

A pesar de estas posibles incertidumbres, conviene resaltar los siguientes aspectos técnicos, regulatorios y funcionales de la tecnología Wi-Fi:

⇒ Se trata de una tecnología madura

Existe todo un abanico de productos y sistemas que permiten desplegar o usar redes inalámbricas fiables y asequibles en precio y prestaciones.

La industria informática lo ha adoptado como un estándar que se está incorporando en los ordenadores personales con diferentes propuestas, que van desde los chips con esta función incorporada (Intel Centrino), a los equipos que se conectan a los puertos estándar (USB, Ethernet,...), pasando por todo tipo de tarjetas para los ordenadores y empieza a ser una realidad en equipos de ocio



(videoconsolas, video, audio, ...). En breve todos los equipos informáticos y electrónicos tendrán la posibilidad de conectarse con esta tecnología.

Por otro lado, el número de experiencias y usuarios que ya utilizan esta tecnología y el ritmo de crecimiento observado indican un elevado grado de madurez. De ello dan muestra estas cifras: *50 millones de usuarios Wi-Fi en el mundo durante 2003 y unas previsiones de crecimiento de más de 700 millones en 2008 (Fuente: Pyramid Research).*

⇒ **Supone conexión sin hilos en banda ancha**

La principal funcionalidad de esta tecnología es la posibilidad de conexión inalámbrica de banda ancha en entornos domésticos y de negocio. Esta función permite desarrollar soluciones mucho más económicas, de forma más rápida y con muchas menos complicaciones, ya que su instalación no requiere en general de obras, o reformas, a diferencia de las tecnologías con hilos.

El uso público de esta tecnología a través de los *Hot-spots* (puntos de acceso con conexión inalámbrica de alta velocidad en emplazamientos públicos) también permite aportar una cierta función de movilidad que facilita a los usuarios seguir conectados en lugares como aeropuertos, centros de convenciones, hoteles,.. que están incorporando esta tecnología para facilitar la conexión a las personas que transitan por ellos.

Finalmente, este acceso en banda ancha sin hilos se está utilizando para conectarse a redes privadas y también para acceder a redes públicas (Internet, telefonía, ...).

⇒ **Tiene múltiples aplicaciones**

Se han consolidado, al menos, tres tipologías de uso de la tecnología Wi-Fi. Cada una de ellas le confiere un tratamiento diferente, al menos en el aspecto regulatorio y normativo.

1. **Uso privado**, cuando se limita el uso de esta tecnología a un entorno privado (empresa u hogar) y limitado el uso a las personas de ese hogar, empresa u organización.
2. **Uso público**, cuando se utiliza para dar un servicio público de acceso a Internet, redes de telefonía,, al que se puede conectar cualquier persona que haya contratado ese servicio o que cumpla los requisitos exigidos para ello. *Hot-spots*, hoteles, centros de convenciones, cibercafés,.. son algunos ejemplos de este uso.
3. **Uso comunitario**, se utiliza la tecnología para compartir en una comunidad concreta de hogares o de empresas el acceso a determinados recursos.



Ello supone que se ha generalizado como estandar inalámbrico y las aplicaciones han alcanzado todos los ámbitos de uso.

⇒ **Es una tecnología radioeléctrica**

Es importante remarcar el carácter radioeléctrico de la tecnología Wi-Fi. Los sistemas basados en esta tecnología, al igual que otros sistemas de radiocomunicaciones, emiten al espacio energía en forma de ondas electromagnéticas, como soporte de la información que desean transmitir.

Ello obliga a:

- El cumplimiento de la normativa sobre restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las mismas, contenidas en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, y en la Orden CTE/23/2002, de 11 de enero.
- El despliegue de este tipo de redes de acuerdo con los parámetros técnicos contenidos en la norma UN-85 y UN-128 del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).

Es necesario destacar que, siempre y cuando la instalación de las redes en tecnología inalámbrica se realice según los parámetros técnicos contenidos en las normas anteriores, no se prevé incumplimiento de la normativa sobre emisiones radioeléctricas.

- El cuidado y observancia de los aspectos relacionados con la seguridad de las comunicaciones y del control de acceso, cuestiones que son de especial relevancia en la tecnología Wi-Fi dado que, en general, una red inalámbrica está accesible más allá del recinto físico donde se ha instalado, algo que no ocurre en las redes cableadas.

⇒ **Requiere un marco regulatorio específico**

Una de las claves que han permitido un rápido desarrollo de las soluciones Wi-Fi es que utilizan un rango de frecuencias en el espectro radioeléctrico denominado de uso común y, por tanto, sin solicitud expresa de uso del dominio público radioeléctrico.

Lo dicho anteriormente no evita que el marco normativo español sea tenido en cuenta. Ello es especialmente importante cuando se utiliza esta tecnología para dar un servicio público de acceso a otras redes de telecomunicaciones (Internet, telefonía...), en cuyo caso hay que ajustarse a lo que establece la nueva Ley General de Telecomunicaciones 32/2003, de 3 de



noviembre de 2003, y sus correspondientes reglamentos. Es decir, **si bien el medio es libre, su uso está regulado.**

Ambos aspectos regulatorios son tenidos en cuenta en las diferentes resoluciones que ha emitido la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) hasta el momento. En ellas se separa el poder disponer del espectro, que es común, de su uso o aplicación.

⇒ **Necesita un proyecto para cada red**

El exceso de oferta y la consiguiente reducción de precios están haciendo que multitud de empresas y profesionales sin la adecuada formación, conocimientos y experiencia se incorporen, de una forma u otra, a un mercado y a un sector que desconocen. Es importante destacar que, en una red Wi-Fi, sin un adecuado diseño, sin una debida planificación de recursos, sin una cuidada instalación y sin unos protocolos de pruebas adecuados se producirán:

- Problemas de interferencias con otras redes que usen ese mismo estándar o con otros equipos y sistemas que trabajen en esas bandas de frecuencias.
- Al utilizar una banda de frecuencias de uso común, dificultades de protección frente a redes “concurrentes” u otras incluyendo hornos de microondas, que emplean las mismas frecuencias.
- Falta de cobertura, o cobertura inadecuada, como consecuencia de un mal diseño de la red radio con respecto al entorno donde va a ser utilizada.
- Un aumento de las complejidades técnicas y del coste final de la red si se realiza una inadecuada elección en el número y posición de los puntos de acceso.
- Problemas de calidad del servicio como resultado de un inadecuado dimensionamiento de la capacidad de la red. Nominalmente la velocidad de Wi-Fi es de 11 Mbps (de 4 a 7 Mbps en la práctica) pero, esto disminuye según la distancia al punto de acceso (1 Mbps en las zonas límite de cobertura)
- Problemas o falta de seguridad en la red y, por tanto, con usuarios no autorizados que hacen uso de los recursos de red o acceden ilegalmente a nuestra información.
- Falta de flexibilidad de la red para irse adecuando al número y perfil de usuarios que se incorporan al servicio.
- Problemas de movilidad debido a una escasa o nula valoración de los procesos de itinerancia y traspaso.
- Problemas con el tránsito a nuevas aplicaciones y servicios por un inadecuado diseño de la red.

El respeto a la normativa vigente y la existencia de un proyecto técnico elaborado por un técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, es muy recomendable para que esta tecnología pueda crecer,



sea utilizada de forma eficaz, pueda evolucionar con éxito y dar resultados satisfactorios a sus clientes finales.

⇒ **Urge ordenar su actual forma de despliegue**

La prestación de servicios y la explotación de redes Wi-Fi, del mismo modo que cualquier otro tipo de red de telecomunicación, implica necesariamente una incidencia sobre el territorio. En el caso de Wi-Fi esta incidencia es de especial importancia y se debe fundamentalmente al uso de medio libre (La banda de frecuencias que utilizan las soluciones Wi-Fi en el espectro radioeléctrico es de uso común y no requiere de solicitud expresa de uso del dominio público radioeléctrico). Por ello, se hace necesaria en mayor o menor medida, dependiendo de los usos y aplicaciones, la intervención de las Administraciones (Estatales, Autonómicas y Municipales). La armonización de estas intervenciones está recayendo en la CMT con el fin de ordenar el actual despliegue que no siempre está resultando todo lo eficiente que sería deseable.

La CMT ha dictado varias resoluciones, no sólo para el despliegue de redes, sino para el establecimiento de los requisitos a los Ayuntamientos y otros entes públicos, cuando ejercen una actividad propia de operadores, ya sea para establecer o explotar redes Wi-Fi o para proveer servicios a través de ellas.

Con esta perspectiva, se puede decir que sólo la existencia de operadores fiables, como ocurre en otro tipo de tecnologías para redes de telecomunicación, podría garantizar un despliegue riguroso y una calidad de servicio óptima.

⇒ **Tiene una enorme potencialidad**

El Wi-Fi no es sino un protocolo de comunicación estándar que define la conexión vía radio para redes de área local (WLAN) en entornos empresariales, propiciando la disponibilidad en el mercado de dispositivos de bajo precio y la creación de nuevos servicios basados en esta tecnología. Su éxito radica en que al ser el primero en haberse implementado en el mercado, se ha convertido en el “estándar de facto” para este tipo de aplicaciones y, lo que es más importante, en que está demostrando su capacidad para ofrecer acceso de banda ancha en múltiples entornos públicos, y no sólo empresariales, a precios asequibles. Si a esto añadimos la mejora en mecanismos de seguridad que se han incorporado en los últimos tiempos, garantizando la confidencialidad de las comunicaciones, y las necesidades de los modernos hábitos de trabajo de nuestra sociedad que ya se encuentran definitivamente ligados a la movilidad, podemos hablar, efectivamente, de un estándar con enorme potencialidad.

Además, su proyección de futuro se sustenta fundamentalmente en que ha demostrado ser viable y eficaz para el soporte de comunicaciones avanzadas, permitiendo a través de redes IP de banda ancha la transmisión



integrada de voz (VoIP), datos e imagen. Esto posibilita el soporte de servicios como la telefonía, gestión integrada de sistemas, sistemas de información multimedia, transmisión de video para seguridad...pudiendo llegar a competir en ciertos aspectos con otros sistemas inalámbricos que requieren importantes infraestructuras y altos niveles de inversión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones respecto a la Tecnología

1. Wi-Fi es ya una tecnología madura y consolidada. Ha conseguido más de 50 millones de usuarios en aproximadamente 4 años. Pocos desarrollos técnicos en la historia de las telecomunicaciones han tenido una aceptación social tan rápida, beneficiosa y extensa. Se trata de un caso similar a los actuales sistemas de telefonía móvil basados en GSM (*“Global System for Mobile communications”*). Prácticamente todos los estudios de las más prestigiosas consultoras del sector TIC avalan el éxito de Wi-Fi y sus previsiones de crecimiento son muy altas.
2. El éxito en el mercado ha hecho que Wi-Fi sea una tecnología muy eficiente en coste. Existen muchos productos, debidamente certificados, y se están desarrollando gran número de nuevas aplicaciones y servicios.
3. Tecnológicamente, Wi-Fi ha evolucionado desde su posición original como estándar WLAN hacia las tecnologías de acceso e incluso de móviles. Sus grandes valores son: el acceso inalámbrico, la ubicuidad que proporciona y su capacidad de banda ancha.
4. Wi-Fi está bien respaldada por la industria, fundamentalmente del sector de la informática, y encuentra mayor respaldo en los mercados americanos y asiáticos. Está amparada por los organismos de estandarización del IEEE que está trabajando activamente en la evolución y desarrollo de esta tecnología.
5. Los estándares para redes inalámbricas incorporan mecanismos de seguridad suficientes en cantidad y calidad para hacer que las redes sean tan seguras como las cableadas.
6. Wi-Fi encuentra aplicaciones en todos los sectores de la sociedad desde el sector residencial privado, pasando por el comunitario o mixto, hasta el sector empresarial y público.
7. El marco legal lo determinan fundamentalmente la nueva Ley General de Telecomunicaciones, Ley 32/2003, de 3 de Noviembre, las resoluciones de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) mencionadas en el informe, el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) y su marco legislativo, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de Septiembre, y la Orden Ministerial CTE/23/2002 de 11 de Enero sobre emisiones radioeléctricas, y



los Reales Decretos 1/1998 de 27 de Febrero y 401/2003 de 4 de Abril, y la Orden Ministerial CTE/1296/2003 sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación.

8. Wi-Fi es una tecnología radio que hace uso del espectro radioeléctrico en su modalidad de “uso común”, cuyo marco legal se establece en el CNAF desde el punto de vista estrictamente técnico. No obstante, en función del uso o servicios finales ofrecidos, la regulación española y europea establece ciertos requerimientos cuando dichos servicios sean disponibles para el público.

Conclusiones respecto al despliegue de redes

El desarrollo de las telecomunicaciones a través de las numerosas aplicaciones que permiten las tecnologías inalámbricas, ha encontrado una gran aceptación en la sociedad actual, y produce unos beneficios para el desarrollo de la Sociedad de la Información que son innegables.

La tecnología Wi-Fi puede ser complementaria en algunos casos de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT). La normativa ICT es muy apropiada como base para permitir un despliegue ordenado de redes de telecomunicación en el interior de edificios y puede proveer un desarrollo de infraestructuras de calidad y sostenibles muy adecuadas para el despliegue de redes Wi-Fi.

Sin embargo, desde hace ya un tiempo y previsiblemente como consecuencia del propio éxito, se detecta un despliegue claramente desordenado de redes inalámbricas que puede afectar al desarrollo sostenible de este tipo de redes, y que se traduce en:

- Incumplimiento de la legislación vigente para la prestación de servicios disponibles al público.
- Utilización inapropiada e ilegal del espectro electromagnético y en concreto, emitiendo niveles de Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) por encima de los valores que establece el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) vigente.
- Utilización de prácticas profesionales poco adecuadas e ineficientes que dan lugar a mal aprovechamiento de recursos, mala utilización del espectro radioeléctrico, solapamiento de canales, falta de cobertura o cobertura en zonas no deseadas, generación de interferencias y falta de calidad de los servicios ofrecidos, entre otros.
- Utilización de equipamiento sin declaración de conformidad o no certificado adecuadamente con respecto a las normativas en vigor en España.



Recomendaciones

La confianza impulsa el despliegue y desarrollo de las redes Wi-Fi y el uso de las aplicaciones que éstas soportan.

Para un más coherente y eficaz despliegue de redes de Wi-Fi, el COIT recomienda las siguientes actuaciones:

1. Apoyo por parte de las distintas administraciones al desarrollo y despliegue de las tecnologías inalámbricas de acceso, dado que son un elemento clave en la reducción de la brecha digital, siendo una forma de llegar a una sociedad con menor nivel de desigualdades y con mayor nivel de competencia y bienestar.
2. Cumplimiento riguroso de la legislación en vigor que garantice un uso adecuado del espectro radioeléctrico, el cumplimiento de la normativa existente en materia de emisiones radioeléctricas, la ampliación de la legislación en materia de ICTs, la utilización de productos certificados,
Es importante recordar en este punto, que, aunque ya no se requiere de títulos habilitantes en el despliegue de una red inalámbrica pública, es obligatorio realizar una notificación a la CMT.
3. Garantizar la calidad de las redes de telecomunicación, basadas en sistemas Wi-Fi, mediante el proyecto técnico preceptivo. La garantía en aquellos elementos que sirven de base a la actividad social e industrial (edificios, carreteras, puentes, infraestructuras,...) se apoya en la existencia de proyectos que son visados por los Colegios Profesionales correspondientes. El visado de estos proyectos garantiza unos niveles de seguridad, calidad y adecuación a las normas. Curiosamente este modelo funciona bien en otros sectores excepto en el de Telecomunicaciones, en cuyas redes e infraestructuras se debe apoyar el desarrollo de la Sociedad de la Información.

Este rigor técnico, que es de gran trascendencia, es especialmente importante en proyectos de redes Wi-Fi, que son tecnológicamente complejos y donde un despliegue inadecuado puede ocasionar problemas de calidad de servicio e indebida utilización de recursos, afectando ello a la propia seguridad e integridad de las comunicaciones.

4. Diseñar e implantar, desde el primer momento, un buen plan de seguridad y posteriormente adecuarlo al crecimiento y evolución de la red. La seguridad es uno de los elementos clave para el éxito de una tecnología inalámbrica. Esta tecnología tiene hoy en día las soluciones, los mecanismos y los recursos para que las redes que utilicen productos certificados sean tan



seguras como puedan serlo las redes cableadas. Es preciso que los técnicos competentes implementen estas soluciones y los usuarios las utilicen.

5. Desarrollar y potenciar las herramientas y las iniciativas cuyo objetivo sea aumentar o medir la seguridad y la calidad de los productos y servicios que se prestan.
6. Las soluciones con respecto a la seguridad de la red y la integridad de los datos existen, sólo hace falta que se implementen con rigor y se actualicen por profesionales competentes.

La calidad de los servicios ofrecidos y la confianza en el uso de las tecnologías tienen una base normativa y de mercado. En ambos aspectos, los profesionales cualificados deben ser agentes clave en este entorno y el proyecto técnico, es y debe ser, tanto desde el punto de vista normativo como de mercado, la mejor herramienta para garantizar dicha calidad y confianza.



PARTE I: SITUACIÓN Y ANÁLISIS DE Wi-Fi

CAPÍTULO I: ASPECTOS TECNOLÓGICOS

1.1 INTRODUCCIÓN A Wi-Fi

La expresión Wi-Fi (abreviatura de “*Wireless Fidelity*”) se utiliza como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de la tecnología inalámbrica 802.11, que permite la creación inalámbricas conocidas como WLAN (“*Wireless Local Area Networks*”). En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, el estándar dominante en el desarrollo de las redes inalámbricas, de aceptación prácticamente universal, que funciona en una banda de frecuencias de 2,4 GHz y permite la transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps. Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología 802.11: 802.11a, 802.11b, 802.11g.

Su éxito radica en que, al ser el primer estándar implementado en el mercado, se ha convertido en el "estándar de facto" para estas aplicaciones de conexión vía radio para Redes de Área Local y, lo que es más importante, está demostrando su capacidad para ofrecer acceso de banda ancha en múltiples entornos públicos a precios asequibles.

El año 2004 aparenta ser el del boom de las tecnologías sin hilos y, más concretamente, el de las redes Wi-Fi. Según las previsiones de los analistas el mercado Wi-Fi generará 1.739 millones de euros en 2004 y destacará la convergencia de estrategias entre operadoras, fabricantes e integradores de sistemas, como elementos básicos para el impulso del mercado de movilidad.

Originalmente las redes WLAN fueron diseñadas para su empleo en redes empresariales. En la actualidad han encontrado una gran variedad de escenarios de aplicación, tanto en **aplicaciones privadas**: escenario residencial, grandes redes corporativas, SoHo y PYMES, campus universitarios, entornos hospitalarios, ...; como en **aplicaciones públicas**: tiendas, cafés, hoteles, aeropuertos, entornos rurales con carencias de otras tecnologías, cobertura de “*Hot-spots*”, acceso a Internet desde medios públicos de transporte y llegando incluso a conceptos como “hot cities” de las que podemos encontrar varios ejemplos en territorio español,



Entre los componentes que permiten configurar una WLAN podemos mencionar los siguientes:

- Terminales de Usuario o Clientes, dotados de una Tarjeta Interfaz de Red (NIC, "*Network Interface Card*") que incluye un transceptor radio y la antena.
- Puntos de Acceso ("*Access Points*" o APs), que permiten enviar la información de la red cableada, por ejemplo Ethernet, hacia los Clientes.
- Controlador de puntos de acceso necesario para despliegues que requieren varios APs por razones de cobertura y/o tráfico.

Este último suele incorporar funcionalidad de AP, de cliente VPN ("*Virtual Private Networks*"), de cliente RADIUS ("*Remote Authentication Dial In User Service*") para labores de autenticar y autorizar con un servidor AAA apropiado (Autenticación, Autorización y Accounting), de routing y de firewall.

La existencia en el mercado de dichos dispositivos capaces de interconectarse de forma barata y sencilla ha dado origen a una gran variedad de aplicaciones que sobrepasan ampliamente el ámbito de utilización en entornos empresariales para el que nacieron las WLAN.

1.1.1 Arquitectura interna de las redes Wi-Fi

El elemento fundamental de la arquitectura de las redes 802.11 es la celda, la cual se puede definir como el área geográfica en el cual una serie de dispositivos se interconectan entre sí por un medio aéreo. En general, esta celda estará compuesta por estaciones y un único punto de acceso. Las estaciones son adaptadores que permiten la conversión de información, generalmente encapsulada bajo el protocolo Ethernet, existente en terminales o equipos clientes, y su envío y recepción dentro de la celda. El punto de acceso es el elemento que tiene la capacidad de gestionar todo el tráfico de las estaciones y que puede comunicarse con otras celdas o redes. Es a todos los efectos un bridge que comunica a nivel 2 (enlace) los equipos, tanto de su celda de cobertura, como a otras redes a las cuales estuviese conectado. A esta configuración se le denomina Grupo de Servicio Básico BSS ("*Basic Service Set*").

El BSS es, por tanto, una entidad independiente que puede tener su vinculación con otros BSS a través del punto de acceso mediante un Sistema de Distribución (DS, "*Distribution System*"). El DS puede ser interrogado (comunica el BSS con una red externa), cableado (con otros BSS a través de cable como por ejemplo una red Ethernet fija convencional), o también inalámbrico, en cuyo caso se denomina Sistema de distribución inalámbrica ("*Wireless Distribution System*").

Sobre este concepto básico surge una serie de alternativas:



- **BSS independiente (IBSS, “Independent Basic Service Set”).** Es una celda inalámbrica en la cual no hay sistema de distribución y, por tanto, no tiene conexión con otras redes.
- **Modo Ad-hoc.** Es una variante del IBSS en el cual no hay punto de acceso. Las funciones de coordinación son asumidas de forma aleatoria por una de las estaciones presentes. El tráfico de información se lleva a cabo directamente entre los dos equipos implicados, sin tener que recurrir a una jerarquía superior centralizadora, obteniéndose un aprovechamiento máximo del canal de comunicaciones. La cobertura se determina por la distancia máxima entre dos equipos, la cual suele ser apreciablemente inferior a los modos en que hay un punto de acceso. Es un modo de empleo infrecuente por las connotaciones de aislamiento que conlleva aunque puede ser muy útil cuando el tráfico existente se reparte entre todos los equipos presentes.
- **Modo infraestructura.** El punto de acceso realiza las funciones de coordinación. Todo el tráfico tiene que atravesarlo, por lo que hay una clara pérdida de eficiencia cuando dos estaciones dentro de un mismo BSS desean comunicarse entre sí (los paquetes de información son enviados una vez al punto de acceso y otra vez al destino). Es una arquitectura apropiada cuando la mayor parte del tráfico se origina o finaliza en las redes exteriores a las cuales está conectado el punto de acceso. La cobertura alcanza una distancia cercana al doble de la distancia máxima entre punto de acceso y estación. Es el modo que se emplea habitualmente para conectar una red inalámbrica con redes de acceso a Internet (ADSL –“Asymmetrical Digital Subscriber Line”- , RDSI –Red Digital de Servicio Integrados-..) y redes locales de empresa.
- **BSS extendido (ESS, “Extended Service Set”).** Es un caso específico del modo infraestructura, representado por un conjunto de BSS asociados mediante un sistema de distribución. Esto permite una serie de prestaciones avanzadas opcionales como el *roaming* entre celdas.

Para poder identificar de manera inequívoca a las celdas inalámbricas se les asigna un nombre de red consistente en una cadena con longitud máxima de 32 caracteres denominado “Service Set Identifier”, SSID. Para poder agregarse a una determinada celda es requisito indispensable que el equipo tenga en su configuración interna el mismo SSID. Si se desea que la estación se conecte a cualquier celda inalámbrica presente, se deberá poner como parámetro “ANY”. Inmediatamente el equipo analizará todas las celdas que están presentes y se conectará a una de ellas adoptando su SSID, generalmente con el criterio de la que mayor nivel de señal posea.



1.2 LOS ORGANISMOS DE ESTANDARIZACIÓN

Precisamente ha sido la estandarización de los productos la que ha dado lugar al tremendo auge que está teniendo este tipo de tecnología. La estandarización ha permitido desvincularse de tecnologías propietarias, consiguiendo una plataforma abierta con productos de mayores prestaciones y a un precio mucho más ajustado.

Aunque las redes inalámbricas necesitan cumplir con determinadas normas que se aplican de igual forma al mundo de las redes cableadas (IEEE 802.3 ó equivalentes), esta estandarización requiere del cumplimiento de una normativa específica que permita controlar su comportamiento con respecto al uso de los recursos radioeléctricos.

Es necesario resaltar que este tipo de estándares funcionan sobre bandas de frecuencia que según el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) son bandas de frecuencias de uso común. Esto es así en la mayoría de los países, salvo algunas excepciones. Las utilizadas son la de 2,4 GHz y la de los 5 GHz. Hay que tener en cuenta que la banda de 2,4 GHz es utilizada por la tecnología Wi-Fi, como por otros estándares de comunicaciones, como Bluetooth, Home RF para Home Networking, y por equipos para aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM). La utilización de la banda de 5 GHz permite incrementar tanto el ancho de banda como la capacidad de tráfico disponible, dando lugar a nuevas dimensiones para esta tecnología. Es una banda de frecuencias utilizada por otros servicios de telecomunicaciones pero menos ocupada por otras tecnologías, y al tratarse de una frecuencia superior dará lugar a rangos de cobertura generalmente menores.

A mediados del año 1997, el IEEE (*"Institute of Electrical and Electronics Engineers"*) hizo público el estándar 802.11 que definía las especificaciones para las WLAN, y poco después, a finales de 1999, vio la luz el estándar 802.11 b que daría lugar posteriormente a la denominación Wi-Fi. Básicamente, esto significa que, vía radio, se mantienen las características de una conexión Ethernet cableada.

El grupo de trabajo 802.11 es el responsable del desarrollo de los estándares de redes de área local inalámbricas bajo los auspicios del Comité de Estándares del proyecto 802 de LAN/MAN del IEEE.

Para conocer más en profundidad aquellos aspectos que consideren más relevantes, se puede encontrar más información en:

www.ieee802.org/11/



1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTÁNDARES WLAN

En las siguientes líneas haremos un breve recorrido por el espectro tecnológico actual en materia de redes inalámbricas

Estándar WLAN	802.11b	802.11a	802.11g	802.11h	HiperLAN2	Bluetooth
Organismo	IEEE(USA)	IEEE	IEEE	IEEE	ETSI(euro)	Bluetooth SIG
Finalización	1999	2002	Jun,2003	2003	2003	2002
Denominación	Wi-Fi	Wi-Fi5				
Banda frecuencias	2.4GHz (ISM)	5 GHz	2.4GHz (ISM)	5 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Velocidad máx.	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	0.721Mbit/s
Throughput medio	5,5 Mbps	36 Mbps			45 Mbps	
Interfaz aire	SSDS/FH	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM	DSSS/FHSS
Disponibilidad	>1000	algunos	algunos	algunos	(2004)	Muchos
Otros aspectos				TPC, DFA		
Nº de canales	3c no solapados	12 no solapados	3 no solapados	19 no solapados		

Tabla 1: Comparativa de los distintos estándares para redes inalámbricas
(FUENTE: Elaboración propia con datos de IEEE y ETSI)

IEEE 802.11

Este fue el primero de los estándares definidos por la IEEE para aplicaciones WLAN, y fue publicado en 1997. Funciona sobre la banda ISM (*“Industrial, Scientific and Medical”*) o, en terminología española, ICM (Industrial Científica y Médica) de 2,4 GHz (de 2.400 MHz a 2.483,5 MHz) y utiliza dos tipos de modulación: DSSS (*“Direct Sequence Spread Spectrum”*) y FHSS (*“Frequency Hopped Spread Spectrum”*). La velocidad de transmisión que es capaz de alcanzar está entre 1 ó 2 Mbps, dependiendo del fabricante. Este estándar está prácticamente en desuso, debido a la aparición de una serie de variantes que mejoran no sólo la velocidad de transferencia, sino que además dan cobertura a funciones especiales de seguridad, de integración con redes de cable,

IEEE 802.11b

No se puede obviar que este es el estándar que está liderando el tremendo éxito de las redes inalámbricas. Es la evolución natural del anterior estándar. Básicamente, se diferencian en el uso exclusivo de la modulación DSSS con el sistema de codificación CCK (*“Complementary Code Keying”*) que sólo funciona con esta modulación. Esto le permite ofrecer hasta 11 Mbps. Las



velocidades de transmisión que es capaz de ofrecer podrán variar desde 1, 2, 5.5, y 11 Mbps, dependiendo de diferentes factores.

Esta característica, denominada DRS (*Dynamic Rate Shifting*) permite a los adaptadores de red inalámbricos reducir las velocidades para compensar los posibles problemas de recepción que se pueden generar por las distancias o los materiales que es necesario atravesar (paredes, tabiques,).

Otros datos a tener en cuenta sobre este estándar es el soporte para tres canales sin solapamiento y su reducido nivel de consumo, que le hace perfectamente válido para su uso en PCs portátiles o PDAs.

En cuanto a las distancias a cubrir, dependerá de las velocidades aplicadas, del número de usuarios conectados y del tipo de antenas y amplificadores que se puedan utilizar. Aún así, se podrían dar unas cifras de alrededor de entre 120m (a 11 Mbps) y 460m (a 1 Mbps) en espacios abiertos, y entre 30m (a 11 Mbps) y 90m (a 1 Mbps) en interiores, dependiendo lógicamente del tipo de materiales que sea necesario atravesar.

IEEE 802.11a

También, como evolución del 802.11, este nueva estándar que fue ratificado en 1999, también conocido como "Wi-Fi5", presenta, como diferencia fundamental, su funcionamiento sobre la banda de frecuencia de 5 GHz (de 5.150 MHz a 5.350 MHz y de 5.470 MHz a 5.725 MHz), utilizando la técnica de modulación de radio OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Esta técnica permite dividir una portadora de datos de alta velocidad en 52 subportadoras de baja velocidad que se transmiten en paralelo. Estas subportadoras se pueden agrupar de un modo mucho más integrado que con la técnica de espectro que utiliza el estándar 802.11b. Además, podremos tener en funcionamiento hasta ocho canales sin solapamiento, con el consiguiente aumento en la capacidad para las comunicaciones simultáneas.

La consecuencia inmediata de todo esto es un aumento considerable en la velocidad de transmisión, llegando hasta los 54 Mbps para hacerlo especialmente indicado en entornos con elevados requerimiento de ancho de banda (aplicaciones multimedia, grandes cantidades de ficheros, videoconferencia,).

Aunque este aumento en la velocidad presenta una excelente tarjeta de visita, lo cierto es que esta norma cuenta también con algunas desventajas con respecto a su antecesora, como es el mayor nivel de consumo (que la hace menos idónea para su instalación en portátiles o PDAs), o la falta de compatibilidad con el 802.11b debido al cambio de frecuencia, aunque esto último ya se ha resuelto a través de puntos de acceso que ofrecen soporte para ambos estándares.



Otro dato que se puede resaltar sobre este estándar es que las distancias de cobertura se ven reducidas significativamente, alcanzando entre 30 m (54 Mbps) y 300 m (6 Mbps) en exteriores, y entre 12 m (54 Mbps) y 90 m (6 Mbps) cuando se utiliza en interiores.

IEEE 802.11g

A mediados del año 2003 se aprobó un nuevo estándar, el 802.11g, que se basa en la norma 802.11b. Más avanzada que su predecesora, trabaja sobre la misma frecuencia de los 2,4 GHz y es capaz de utilizar dos métodos de modulación (DSSS y OFDM), lo que la hace compatible con el estándar de facto en esta industria.

Al soportar ambas codificaciones, este nuevo estándar será capaz de incrementar notablemente la velocidad de transmisión, pudiendo llegar hasta los 54 Mbps que oferta la norma 802.11a, aunque manteniendo las características propias del 802.11b en cuanto a distancia, niveles de consumo y frecuencia utilizada.

De este modo, la mayor bondad de esta nueva norma es el incremento de velocidad manteniendo una total compatibilidad con el estándar Wi-Fi, permitiendo la coexistencia entre ambos estándares en una misma instalación, algo realmente significativo si tenemos en cuenta la importancia de la base instalada.

HiperLAN/2

Este es el nombre que se le ha dado a la nueva generación de la tecnología WLAN desarrollada por ETSI (*“European Telecommunications Standards Institute”*), un organismo similar al IEEE pero a nivel europeo.

Se trata de un sistema de comunicación inalámbrica basado en ATM (*“Asynchronous Transfer Mode”*), similar a UMTS (*“Universal Mobile Telecommunications System”*), pero que incorpora toda una serie de características adicionales como QoS (*“Quality of Service”*), orientación de la conexión para obtener una mayor eficiencia en la utilización de los recursos de radio, búsqueda automática de la frecuencia a utilizar (similar a los teléfonos móviles), y sobre todo una elevada velocidad de transmisión, que puede llegar hasta 54 Mbps.

Esta tecnología opera sobre la banda de frecuencia de los 5 GHz y utiliza el método de modulación OFDM al igual que ocurre con el estándar 802.11a, contando también con un radio de alcance similar, tanto en interiores (alrededor de 30 metros) como en exteriores (hasta 150 metros.).



Home RF

Esta tecnología ha sido definida por un grupo de compañías que se reúnen bajo el nombre de HRFWG (*“Home RF Working Group”*) y que se encargan de mantener la interoperabilidad entre productos de diferentes empresas, tal y como hace *“Wi-Fi Alliance”* en Wi-Fi.

Home RF (*“Home RadioFrecuency”*) está basada en el Protocolo de Acceso Inalámbrico Compartido SWAP (*“Shared Wireless Access Protocol”*), que define una interfaz inalámbrica diseñada para soportar voz y datos, y especialmente pensada tanto para operar con los operadores de telefonía e Internet, como para la comunicación con teléfonos, periféricos o electrodomésticos dentro del hogar sin la necesidad de utilizar los cables.

Entre las características técnicas de este estándar podemos mencionar que añade un subconjunto de estándares DECT (*“Digital Enhanced Cordless Telecommunications”*), para proporcionar los servicios de voz (hasta seis conversaciones).

Home RF utiliza la misma banda de frecuencia que los estándares 802.11b y 802.11g, pero cuenta con un método de salto de frecuencia (SWAP) para no interferir con conexiones Bluetooth. Sus principales aplicaciones las encontramos en el ámbito doméstico, con la conexión mediante cables para dispositivos como reproductores de vídeo o DVD, teléfonos, juguetes, Su alcance es de alrededor de 50 metros, consiguiendo unas velocidades de transferencia que pueden llegar hasta los 2 Mbps, conectando un total de hasta 127 dispositivos.

BLUETOOTH

Bluetooth es un enlace radio de corto alcance que aparece asociado a las Redes de Area Personal Inalámbricas o WPAN (*“Wireless Personal Area Network”*). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal o POS (*“Personal Operating Space”*) con un radio de hasta 10 metros.

Las WPAN constituyen un esquema de red de bajo coste que permite conectar entre sí equipos informáticos y de comunicación portátil y móvil, como ordenadores, PDAs, impresoras, ratones, micrófonos, auriculares, lectores de código de barras, sensores, displays, localizadores, teléfonos móviles y otros dispositivos de electrónica de consumo. El objetivo es que todos estos equipos se puedan comunicar e interoperar entre sí sin interferencias.

Bluetooth trabaja en el rango de frecuencias de 2,402 GHz a 2,480 GHz. Se trata de una banda de uso común que se puede usar para aplicaciones ICM y que no necesita licencia. La primera versión de Bluetooth, la que implementan



los circuitos disponibles actualmente, puede transferir datos de forma asimétrica a 721 Kbps y simétricamente a 432 Kbps. Se puede transmitir voz, datos e incluso vídeo. Para transmitir voz son necesarios tres canales de 64 Kbps. Para transmitir vídeo es necesario comprimirlo en formato MPEG-4 y usar 340 Kbps para conseguir refrescar 15 veces por segundo una pantalla VGA de 320x240 puntos. Están previstas dos potencias de emisión en función de la distancia que se desea cubrir, 10 metros con 1 miliwatio y 100 metros con 100 miliwatios. Se encuentra más información en:

<http://www.bluetooth.com/>

<http://spanish.bluetooth.com/>

Como estándares adicionales dentro del grupo 802.11, dignos de mención por su importancia en la mejora y evolución de las normas básicas o por cubrir aspectos no contemplados en esas normas destacamos las siguientes:

IEEE 802.11e.

Se podría definir como la implementación de características de QoS (“*Quality of Service*”) y multimedia para las redes 802.11b. Esta especificación, que está haciendo el IEEE será aplicable tanto a 802.11b como a 802.11a.

IEEE 802.11f.

Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el *roaming* o itinerancia de clientes.

IEEE 802.11h.

Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias.

IEEE 802.11i.

Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos.

El anexo A incorpora una guía completa con los grupos de trabajo del IEEE 802.11, su actividad y situación actual de trabajo.

Actualmente, ya existen en el mercado gamas completas de productos multibanda y multimodo que cumplen con estos estándares y que, al mismo tiempo, facilitan sus prestaciones y permiten mayor flexibilidad e interoperabilidad entre distintas redes.



Uno de los mayores proveedores de equipamiento, 3Com, ya anunció el pasado año una solución con los tres estándares Wi-Fi. Los nuevos puntos de acceso y los dispositivos cliente tribanda 802.11 a/b/g para WLAN incorporan seguridad inalámbrica avanzada.

La integración de estos tres estándares en una solución permitirá a los usuarios empresariales proteger su inversión, a la vez que disponen de una red segura, flexible y fiable a múltiples velocidades y frecuencias sobre una misma infraestructura



1.4 “Wi-Fi ALLIANCE”

Wi-Fi Alliance (anteriormente WECA, “*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*”) es una organización internacional, sin ánimo de lucro, formada en 1999 para certificar la interoperabilidad de productos inalámbricos de redes de área local basados en la especificación del IEEE 802.11. Actualmente la Wi-Fi Alliance tiene más de 200 miembros alrededor del mundo, que representan a un nutrido grupo de relevantes empresas y más de 1.000 productos han recibido la certificación Wi-Fi® desde que el proceso de certificación empezase en Marzo de 2.000. El objetivo de los miembros de la Wi-Fi Alliance es enriquecer la experiencia de los usuarios a través de la interoperabilidad de sus productos.



Figura 1: Logotipo y etiquetado de certificación de productos de la Wi-Fi Alliance

Organizaciones de este tipo son totalmente imprescindibles para promover una determinada tecnología y lograr que los productos tengan la calidad requerida y la interoperabilidad necesaria

Wi-Fi Alliance: www.WI-FI.org

1.5 POSIONAMIENTO TECNOLÓGICO ACTUAL

La figura describe la relación entre los objetivos tecnológicos actuales y los beneficios sociales que reporta. El desarrollo científico-tecnológico en el ámbito de las telecomunicaciones se orienta hacia la consecución de una mayor rapidez y eficiencia en los procesos, una mayor comodidad para el usuario, un mayor control de la naturaleza y el entorno,....

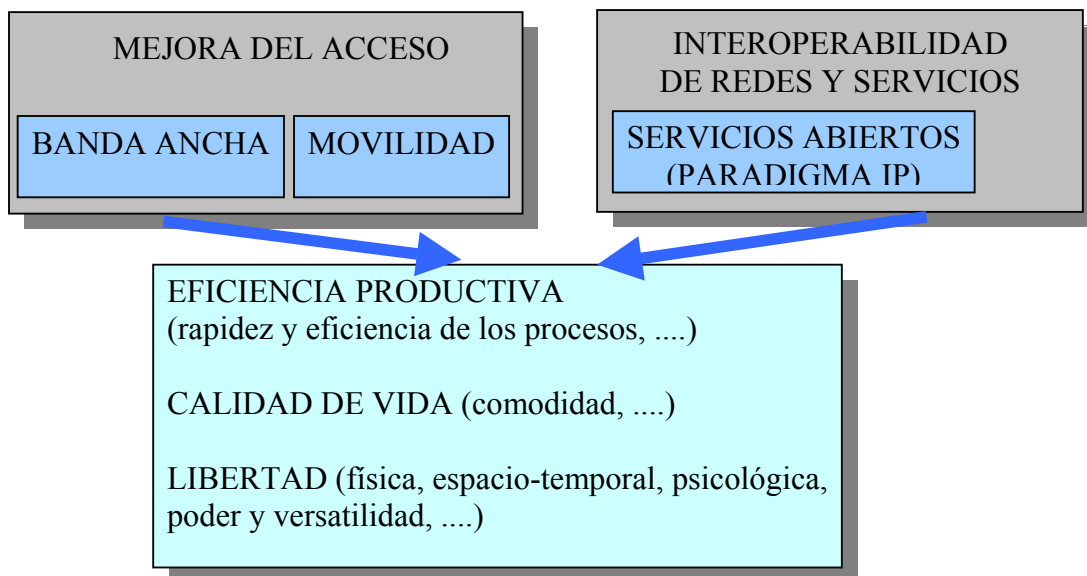


Figura 2: Objetivos tecnológicos actuales y beneficios que reportan
(FUENTE: Elaboración propia)

Dentro del desarrollo tecnológico, es posible destacar los dos elementos que más han influido beneficiosamente en los últimos años:

- **La mejora del acceso**, especialmente en sus componentes de capacidad y ubicuidad, representadas en particular por la banda ancha, las nuevas tecnologías de difusión y la movilidad.
- **La interoperabilidad de redes y servicios**, en particular mediante el empleo de los servicios abiertos y del paradigma IP

Son estos tres conceptos: banda ancha, movilidad y servicios abiertos los que van a marcar el éxito de una tecnología. ¿Cómo se posiciona Wi-Fi frente a su entorno?



1.5.1 Tecnologías de acceso de banda ancha

La tabla siguiente recoge las características más importantes de las tecnologías de acceso más exitosas, con el fin de poder compararlas de una forma rápida y destacar sus principales ventajas e inconvenientes

Red	Normalización	Medio físico	Topología	Terminales	Alcance
Satélite	DVB, ETSI	Radio, 11-14 GHz(Ku) 20-30 GHz(Ka)	Multipunto	Fijos (móviles a pocos Kbit/s)	Visión directa
LMDS	IEEE.802.16	Radio, 3.5GHz, 26GHz y superiores	Multipunto	Fijos	Visión directa 3Km(26GHz) 8Km(2.5GHz)
LANs inalámbricas (WLAN)	IEEE.802.11 ETSI	Radio, 2.4GHz(.11b y.11g), 5GHz(.11a)	Multipunto	Móviles	50-150 m
UMTS	3GPP	Radio, 1.7-2.2GHz	Multipunto	Móviles	50m-3Km
TV digital terrestre (TDT)	DVB, ETSI	Radio, 800MHz(UHF)	Multipunto	Fijos	32Km
Cable (HFC)	DOCSIS, DVB	Fibra y coaxial	Multipunto	Fijos	40Km
xDSL	ITU-T, ETSI	Par telefónico	Punto a punto	Fijos	300m-6Km
Fibra hasta X (FTTX)	FSAN, ITU-T	Fibra óptica sola o fibra y par telefónico	Punto a punto o multipunto (PON)	Fijos	20Km
Ethernet 1ª milla (EFM)	IEEE.802.3ah	Par telefónico o fibra	Punto a punto o multipunto (PON)	Fijos	750m-2.7Km (sobre par telefónico)
Power line comm..(PLC)	PLC forum, CENELEC, ETSI	Red eléctrica(segmento de baja tensión)	Multipunto	Fijos	200m

Tabla 2: Comparativa de tecnologías de acceso
(FUENTE: Elaboración propia)

En esta tabla, las cinco primeras tecnologías son inalámbricas y las cinco restantes cableadas. En realidad la denominación “inalámbrica” para una red de acceso hace referencia específicamente a la interfaz con el usuario, conocida como “último salto” o “última milla”. Típicamente, las características del último salto condicionan las de la red de acceso en su conjunto, pero ambos conceptos no deben confundirse.

1.5.2 Una tecnología para cada necesidad

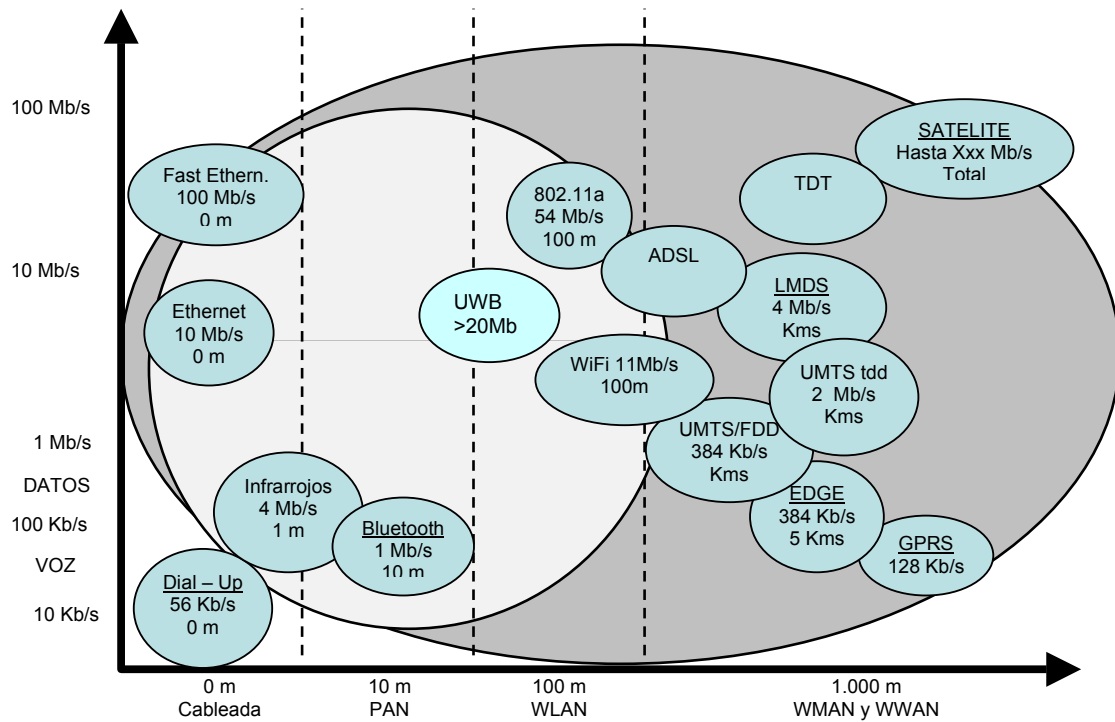


Figura 3: Posicionamiento de las distintas tecnologías de acceso

Es prácticamente imposible sintetizar en una gráfica, la cantidad de tecnologías existentes, sus prestaciones y posible evolución. Sin embargo, la gráfica de la Figura 3 sirve para tener una idea del posicionamiento de cada una de ellas ante dos parámetros como el alcance y la capacidad de transmisión que puede lograrse.

Ambos parámetros no son cerrados y están ligados al diseño y desarrollo de la red en su totalidad y del uso que se hace de la misma.



1.5.3 Sistemas 3G

GSM (*“Global System for Mobile communications”*) es probablemente uno de los mayores éxitos del mundo de las telecomunicaciones. Es difícil poner en duda esta afirmación cuando hay en el mundo más de 1.000 millones de personas usando esta tecnología y esto en el plazo de 10 años. GSM representa actualmente más del 80% de la telefonía móvil a nivel mundial. (<http://www.gsmworld.com/index.shtml>)

Mientras que el lanzamiento de GSM representaba una discontinuidad frente al mundo analógico, el paso hacia 3G (sistemas de tercera generación donde GSM representa la segunda generación y GPRS -*“General Packet Radio Service”*- es la 2,5) es una evolución.

En 1985, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), el máximo organismo regulador a nivel mundial, comenzó a desarrollar trabajos para un futuro sistema de voz y datos, llegando a nivel de video, Inicialmente se denominaron FPLMTS (*“Future Public Land Mobile Telecommunications System”*). A partir de ahí se puso en marcha la iniciativa IMT-2000 (*“International Mobile Communications-2000”*) para el desarrollo de Servicios inalámbricos multimedia en banda ancha y frecuencias en torno a los 2.000 MHz. Inicialmente se consideraron tanto CDMA (*“Code-Division Multiple Access”*) y TDMA (*“Time Division Multiple Access”*) como tecnologías de acceso múltiple.

ETSI toma iniciativas y empieza los trabajos de especificación de lo que sería el UMTS. En 1994 se publica el “Libro Verde” que supone la apertura a la competencia de las comunicaciones móviles y personales; nace UMTS que posteriormente daría paso a lo que conocemos como 3G. En 1999 aparece la primera versión del estándar conocida como “Release 99”. ETSI se decidió por un sistema doble WCDMA (*“Wideband CDMA”*) y TD-CDMA (*“Time Division-CDMA”*)

La ITU recogió todas las propuestas presentadas a nivel mundial y valoró más positivamente las lideradas por ETSI y la presentada o liderada por EE.UU. (denominada CDMA2000).

La siguiente fase de este largo y tortuoso camino es armonizar estas dos propuestas:

- 3GPP (3 Generation Partnership Programme): liderada por europeos, ETSI, pero con japoneses, coreanos, chinos e incluso americanos, y
- 3GPP2 (3 Generation Partnership Programme 2): liderada por norteamericanos y con presencia de China, Corea y Japón.

El lector interesado en profundizar en estas tecnologías puede encontrar información adicional en:



1.5.4 WLAN y 3G: una comparación

Aunque ambas 3G y WLAN son por definición tecnologías inalámbricas, sus diferencias son significativas. Como se muestra en la figura las tecnologías varían significativamente por dos factores: nivel de movilidad y velocidad de transferencia de datos. 3G proporciona amplia cobertura a usuarios móviles, mientras que WLAN requiere que los usuarios sean esencialmente estacionarios.

Las velocidades de datos de 3G exceden, evidentemente, las de sus antecesores sistemas: 2G (GSM) y 2.5G (GPRS). Por otra parte los estándares 802.11 y 802.11b proporcionan mayores velocidades de transferencia en distancias más pequeñas y para un determinado número de usuarios por celda.

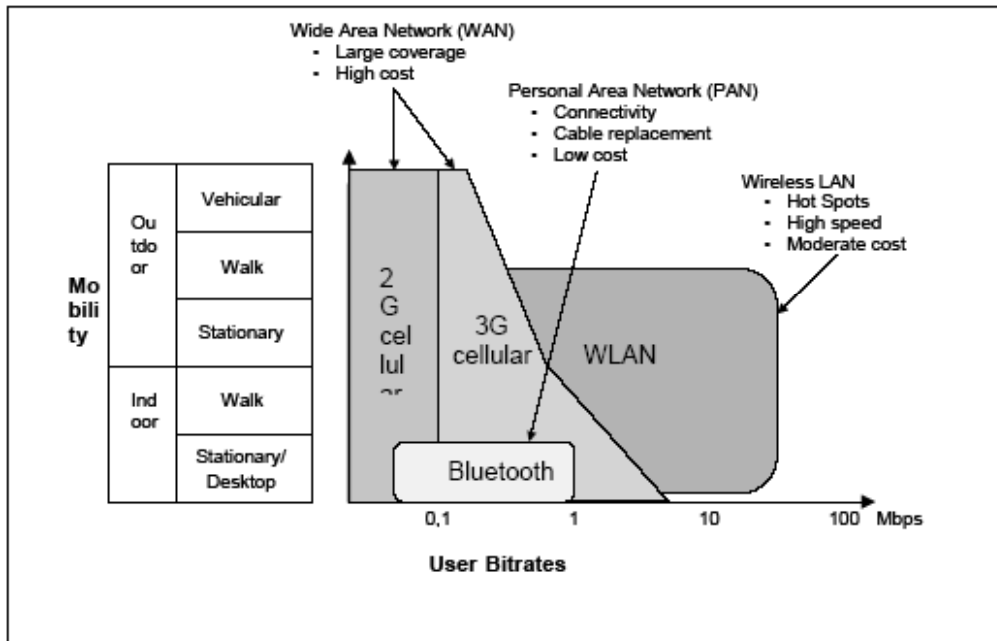


Figura 6: Comparación tecnologías de acceso inalámbrico
(FUENTE: Ericsson y foro UMTS, May 2002.)

“El gran valor de Wi-Fi no es el de ser una tecnología fantásticamente avanzada” explica Kevin Werbach, consultor y asesor de la FCC (*Federal Communications Comisión*). “Tiene limitaciones pero está siendo ampliamente adoptado”. Hoy se puede comprar una tarjeta Wi-Fi por menos de 50€ y lo que es más importante: cada vez que alguien levanta un “Hot-spot”, todos nos beneficiamos de ello. Cada bit sumado de conectividad, suma en beneficio de la propia colectividad”. Ésta es una variación de la conocida Ley de M...alfe – la idea procede de Robert M...alfe fundador de 3Com—según la cual la utilidad de una red se incrementa exponencialmente según crece el número de clientes.



1.5.5 BLUETOOTH y UWB: ¿oportunidad o amenaza?

Antes y durante la aparición de las redes Wi-Fi, otras tecnologías inalámbricas han pugnado por ocupar ese importante segmento de uso que configuran las redes LAN. Un ejemplo casi desconocido es HiperLAN (*“High Performance Radio LAN”*), desarrollada por el organismo europeo ETSI pero que, por ahora, no ha logrado despegar.

Pero Wi-Fi sí ha penetrado con fuerza en el hogar, y con las importantes reducciones en el precio de los “chips”, dispositivos hasta ahora teóricamente lejanos como equipos de vídeo, sonido, proyectores, PDAs, consolas de juegos, empiezan a incorporarla. Y en este territorio, el de las redes personales (PAN), sí hay otros rivales.

El más importante es Bluetooth. Aunque su uso efectivo no está muy extendido, está presente en una cantidad mayor de equipos. Esta paradoja se produce por su reciente inclusión en buena parte de los móviles, aunque no es frecuente su empleo por los usuarios. Sin embargo, sus problemas de interoperabilidad y su escaso bit rate (inferior a 1 Mbps) plantean dudas sobre su idoneidad y han ralentizado su expansión de tal forma que algunos analistas ven su final a manos de UWB (Ultra Wide Bandwidth).

Inicialmente planteada como una tecnología PAN inalámbrica, se está planteando seriamente su empleo en redes WLAN. Sus ventajas son una tecnología que emplea el espectro de manera eficiente, es muy robusta frente a interferencias, tiene mayor poder de penetración de infraestructuras y un ancho de banda muy elevado (100 Mbps). Todavía está en la fase final de desarrollo y no se esperan productos hasta el año 2004, pero ha levantado una gran expectación.

Independientemente del ganador, muchos equipos empiezan a incluir dos tecnologías para ampliar su rango de uso. Es el reciente caso de portátiles y PDAs, lo que les permite una cómoda conexión con redes locales así como con móviles y otros dispositivos.



1.6 ANÁLISIS DAFO DE LA TECNOLOGÍA Wi-Fi

Llegados a este punto podemos realizar un pequeño análisis apoyado en la metodología DAFO que nos permita continuar posicionando a la tecnología Wi-Fi dentro del sector TIC.

Amenazas

Sector tecnológico en recesión/evolución.
Fuerte competencia en entorno urbano.
El entorno rural no genera claros beneficios.
No aparece la “killer application” para datos.
Marco regulatório indefinido.
UMTS/ operadores móviles.
Desorden en su desarrollo, despliegue
Falta de profundidad en la ejecución de soluciones

Fortalezas

El acceso a Internet.
La capacidad de banda ancha.
Rápido despliegue de redes inalámbricas.
No se requieren grandes inversiones.
Evolución de estándares en el seno del IEEE.
Soporte del sector informático.

Oportunidades

La alta demanda del mercado.
Acceso a subvenciones en entorno rural.
Aplicaciones/servicios para entorno rural.
Entrada en la Administración pública local.
Alianzas/Complemento a otras tecnologías.
Introducción a nuevos mercados/clientes.
Desarrollo de aplicaciones.
Desarrollo de calidad de servicio.

Debilidades

Tecnología radio: interferencias y seguridad.
Estándar IEEE 802.11 en evolución.
Escasa penetración de ordenadores portátiles.
Imagen de algo barato y sin calidad.
No está definida la figura del operador.
No está estandarizada/regulada la solución voz.
En ocasiones, crecimiento incontrolado e ilegal.
Seguridad.



1.7 LA SEGURIDAD EN LAS REDES Wi-Fi

1.7.1 La situación

Una de las debilidades normalmente atribuidas a las tecnologías inalámbricas, y más en concreto a la tecnología Wi-Fi, es la falta de seguridad. Nos referimos, no tanto a la seguridad física sino, a la seguridad de la información, su integridad y a la no accesibilidad a terceros, Como elemento clarificador de la situación anterior valga lo siguiente:

Recientemente HP Services ha presentado un estudio que muestra la deficiente protección de los puntos de acceso inalámbricos. La compañía examinó en la práctica el estado de las redes *wireless* y su nivel de seguridad en determinadas zonas de la Comunidad de Madrid. Con el fin de comprobar *in situ* los bajos índices existentes, la Compañía encargada de hacer este estudio montó a los medios de prensa en un autobús que recorrió parte del madrileño Paseo de la Castellana y sus inmediaciones. En un plazo de una hora, y mediante el uso de un software específico, se captaron más de 80 redes, una gran mayoría de las cuales no contaban con los requisitos mínimos de seguridad (nivel de cifrado).

El estudio realizado con un ordenador portátil, tarjeta Wi-Fi, una antena omnidireccional y una direccional y un GPS (tras deshabilitar la obtención de dirección IP para evitar cualquier tipo de intrusión) detectó 747 puntos inalámbricos que podrían corresponder a unas 518 organizaciones, de las cuales un 10% son grandes empresas (cuatro o más puntos de acceso), un 76% pymes (menos de cuatro) y un 15% usuarios particulares (un único punto). De todas ellas, el 68 por ciento no tenían configurada la seguridad. Por segmentos, más de la mitad de las grandes cuentas no disponía de los sistemas de seguridad más básicos, mientras que sólo el 31 por ciento de las pymes detectadas tenían activados sus sistemas de seguridad.

Como conclusión, queda de manifiesto que, en esta situación, cualquier usuario externo pueda utilizar libremente estas redes tanto corporativas como pertenecientes a usuarios domésticos.

1.7.2 Wardriving , Warwalking y Warchalking

Son palabras anglosajonas inventadas por “hackers” expertos que informan al público en Internet sobre la localización y configuración de redes inalámbricas Wi-Fi. Gran cantidad de aficionados se han dedicado a recorrer a pie (*warwalking*) y en coche (*wardriving*) los distintos países dotados de un ordenador portátil o PDA equipados con un cliente inalámbrico Wi-Fi, una antena



direccionales y un GPS. Así elaboran mapas disponibles en Internet donde se indica la situación de todas las redes inalámbricas encontradas y su nivel de seguridad (ver <http://www.wifimaps.com>). Han llegado a inventar un código de signos de estilo “grafiti” para marcar las zonas de cobertura informando si la red es segura o es fácil entrar a ella (warchalking).

Actualmente existen diversas iniciativas en marcha y se cuentan por decenas de miles el número de *Hot-spots* distribuidos por el mundo. A través de Internet podemos encontrar localizadores de *Hot-spots* que nos sitúan geográficamente los puntos donde poder conectarnos, el operador que da el servicio, cómo acceder al mismo, e incluso sus tarifas. Igualmente se dispone de software específico que instalado en un PC portátil, permite localizar, detectar e incluso conectarse a la red Wi-Fi.

<http://www.warchalking.org>

<http://www.wardriving.com>

1.7.3 Los hechos

- La seguridad es un requisito esencial para la aceptación de las WLAN por los usuarios empresariales o en aplicaciones públicas.
- La posible carencia de medidas de seguridad adecuadas puede ocasionar que un “hacker” se introduzca en la red, acceda a la información o la manipule a su antojo. No obstante, existen herramientas, funciones y protocolos de seguridad que ofrecen protección adecuada para redes WLAN.
- Las redes WLAN no deben ser más vulnerables que las redes de cable.
- El nivel de seguridad será dependiente del tipo y funcionalidad de la red.
- Mayor nivel de seguridad exige más coste y más capacidad de proceso.

1.7.4 Las soluciones

Actualmente existen vías efectivas para garantizar una transmisión segura de los datos y, a pesar de que ninguna medida de seguridad es infalible, la clave está en que las empresas pueden aplicar ahora múltiples niveles de seguridad inalámbrica según sus necesidades.

1.7.4.1 SSID

Como uno de los primeros niveles de seguridad que se pueden definir en una red inalámbrica podemos citar al SSID (“*Service Set Identifier*” o identificador del servicio).

Aunque se trata de un sistema muy básico (normalmente no se tiene por un sistema de seguridad), este identificador permite establecer o generar, tanto



en la estación cliente como en el punto de acceso, redes lógicas que interconectarán a una serie de clientes.

Normalmente, los puntos de acceso difunden su SSID para que cada cliente pueda ver los identificadores disponibles y realizar la conexión a alguno de ellos simplemente seleccionándolos. Pero también se puede inhabilitar la difusión de este SSID en el punto de acceso, para de este modo dificultar el descubrimiento de la red inalámbrica por parte de personas ajenas a su uso.

1.7.4.2 Filtrado de direcciones MAC

Subiendo un escalón en estos sistemas de protección, encontramos la posibilidad de definir listas de control de acceso (ACL, "*Access Control List*") en los puntos de acceso.

Cada uno de estos puntos puede contar con una relación de las direcciones MAC ("*Medium Access Control*" o Control de Acceso al Medio) de cada uno de los clientes que queremos que se conecten a nuestra red inalámbrica. Cada adaptador cuenta con una dirección que la identifica de forma inequívoca, y si el punto de acceso no la tiene dada de alta, simplemente no recibirá contestación por su parte.

Hay que tener en cuenta que éste no es el método más seguro para proteger la entrada a la red inalámbrica. Para empezar habrá que actualizar esta ACL cada vez que se de de alta un nuevo adaptador inalámbrico, eliminando aquellos que se quieren dejar de utilizar.

1.7.4.3 Sistemas de cifrado y autenticación

Aparte de observar una serie de medidas para controlar el acceso a la red, poco a poco se han ido desarrollando una serie de tecnologías que permitirán hacer a la WLAN tan segura como una LAN cableada.

1.7.4.3.1 WEP

El cifrado de la información es una de las técnicas más utilizadas, y para ello ya se lleva un tiempo empleando sistemas como WEP ("*Wired Equivalent Privacy*" o Privacidad Equivalente a Cableado). Podríamos definir este sistema como la generación de una clave que se comparte entre el cliente y el punto de acceso, y que permite o deniega la comunicación entre ambos dispositivos. WEP utiliza un sistema con una clave de 64 ó 128 bits, que pueden ser hexadecimales o ASCII, mediante la que se autentifica el acceso y se encripta la información que se transmite entre ambos dispositivos.

Aunque en teoría este sistema debería ser suficiente, lo cierto es que existen métodos para averiguar esta clave utilizando determinadas herramientas



software, además del problema que se deriva de utilizar una misma clave para todos los usuarios.

1.7.4.3.2 DSL

La gestión de estas claves puede convertirse en un auténtico problema en empresas con un gran número de usuarios. Para evitar esto, existen herramientas como la que 3Com incluye en sus puntos de acceso que soporta un mecanismo adicional de autenticación a través de la asignación dinámica de claves. Este mecanismo denominado DSL (*"Dynamic Security Link"*), permite realizar una gestión automática y dinámica de las claves a través del propio punto de acceso. Al contrario que el sistema WEP, estándar en el que se utiliza una misma clave para todos los usuarios y cuya modificación debe hacerse de forma manual, DSL se basa en proteger la red inalámbrica de posibles intrusiones externas mediante la generación automática, al comienzo de cada sesión, de una única clave cifrada de 128 bits para cada usuario de la red.

Además de esto, DSL también proporciona autenticación de usuario, obligándolo a introducir el correspondiente nombre de usuario y contraseña para cada sesión que se abra.

1.7.4.3.3 RADIUS

Cuando aumentan las necesidades en cuanto a niveles de seguridad y número de usuarios que es necesario administrar, además de la encriptación, es necesario añadir por otro mecanismo de seguridad como es la autenticación. La autenticación es el proceso por el cual se controla el acceso de los usuarios a la red. Para este propósito, el IEEE creó el grupo 802.1x con objeto de obtener un estándar de autenticación para redes (cableadas o no). RADIUS (*"Remote Authenticated Dial-In User Service"*) es la infraestructura recomendada por la Wi-Fi Alliance como sistema de gestión centralizada que da una solución de autenticación para entornos con un elevado número de usuarios.

Teniendo en cuenta que este tipo de entornos utilizará normalmente estructuras mixtas (cable tradicional y WLAN), la utilización de este protocolo permitirá mejorar la capacidad de autenticación del usuario inalámbrico, proporcionando un nivel de seguridad superior, escalable y una gestión centralizada.

A través de este sistema se podrá obtener un Certificado de Cliente Universal para permitir la autenticación mutua (autenticación del cliente al AP y del AP al cliente), gestión de clave protegida a través del soporte para RADIUS-EAP-TLS, así como la integración en entornos RADIUS existentes que soporten el protocolo MD-5 con sistemas de autenticación múltiples con protocolo EAP (*"Extensible Authentication Protocol"*).



1.7.4.3.4 VPNs inalámbricas

Sin embargo, para conseguir que el nivel de confianza en las WLAN se equipare a las redes cableadas, algunos usuarios han optado por otra alternativa para reforzar la seguridad, implementando soluciones de seguridad de red convencionales adaptadas al entorno wireless.

En este modelo, es donde entran en juego el establecimiento de túneles IPSec (*"Internet Protocol Security"*). Este mecanismo, que asegura el tráfico de datos por una VPN (*"Virtual Private Network"*), utiliza algoritmos para la encriptación de datos, otros algoritmos para la autenticación de paquetes y certificados digitales para la validación de los usuarios. Debido a ello, se empieza a recomendar como solución idónea para responder a las necesidades actuales de seguridad en las redes inalámbricas, la combinación de la VPNs (IPSec) con el estándar 802.1x.

1.7.4.3.5 WPA

Además, Wi-Fi Alliance ha anunciado la adopción de nuevas medidas de seguridad cuyo objeto es facilitar a los propietarios de redes inalámbricas un control mayor sobre quién accede a las mismas y mayor protección de las comunicaciones wireless. Actualmente WEP está siendo sustituido por un nuevo protocolo: WPA (*"Wi-Fi Protected Access"*). WPA mejora la forma de codificar los datos respecto a WEP, utilizando TKIP (*"Temporal Key Integrity Protocol"*), al mismo tiempo que proporciona autenticación de usuarios mediante 802.1x y EAP.

Wi-Fi Protected Access será compatible con las especificaciones de seguridad 802.11i que actualmente está desarrollando el IEEE. De hecho, WPA está formada por los componentes ya aprobados del estándar 802.11i. Dichas funciones pueden habilitarse en la mayoría de productos certificados Wi-Fi existentes con una sencilla actualización de software.

El estándar 802.11i aún no se ha desarrollado completamente, aunque WPA irá asumiendo completamente dicho estándar conforme vaya cerrando especificaciones que supondrán incluso modificaciones de hardware.

Wi-Fi Alliance ha certificado más de 175 productos con WPA desde septiembre de 2003. La organización ha empezado a requerir WPA para todos los productos certificados y ya no considera WEP como un mecanismo seguro.

1.7.4.3.6 RSN



RSN (*“Robust Network Security”*) corresponde con la segunda parte (versión definitiva) del estándar 802.11i, de ahí que también sea conocido como WPA2. En este momento, se encuentra en pleno proceso de desarrollo y se espera su lanzamiento para septiembre de 2004. Este estándar añadirá a las redes inalámbricas seguridad más que suficiente y será totalmente compatible con WPA. Como inconveniente, necesitará actualización hardware tanto de puntos de acceso como de estaciones.

1.8 EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD

Actualmente, el trabajo del día a día en las empresas requiere, por un lado, un acceso permanente a Internet o a la red corporativa y, por otro, que los empleados puedan acceder a ella de forma transparente cualquiera que sea su situación.

Si tenemos en cuenta la forma en que se ha incrementado esta necesidad, dada la nueva tendencia en la que los empleados, en vez de permanecer sentados en sus puestos de trabajo, pasan la mayor parte de su tiempo en movimiento trabajando con portátiles y PDAs, la tecnología inalámbrica se posiciona como una herramienta fundamental para mejorar la productividad en las empresas de hoy.

Esto es debido a que el cambio en los últimos años ha sido espectacular: de unos productos de red local sin cables, caros, lentos y propietarios, se ha pasado a una razonable rapidez y estandarización, sin olvidar un claro abaratamiento de todos los componentes. De aquí que el uso se haya hecho cada vez más generalizado y que sean más las empresas que opten por dotar de movilidad a sus empleados.

El cable no permite esta movilidad y por tanto, los trabajadores se encuentran limitados a su ordenador y a la conexión por cable que éste tiene hacia Internet o la Intranet empresarial.

Las ventajas económicas respecto al cable se empiezan a apreciar desde el principio. Así, por ejemplo, cablear toda una oficina requiere de un mayor tiempo y, por supuesto, unos costes elevados. Esto no ocurre con la tecnología inalámbrica. La conexión de todos los equipos a la red inalámbrica puede hacerse en cuestión de horas (dependiendo del tamaño de la oficina) y los costes de esta implementación son mucho menores, ya que la necesidad de mano de obra es menor, al igual que el número de los materiales empleados.

Además, ante un cambio de sede social, todos estos cables y conexiones no podrán ser utilizados en la nueva oficina, con lo que la inversión realizada no se recuperará. Sin embargo, todos los dispositivos que conforman una red



inalámbrica pueden ser trasladados sin ningún tipo de problema, por lo que no volverá a tener que realizar ese gasto: la inversión está garantizada.

La movilidad ha supuesto una revolución y está siendo alimentada por el gran número de empresas que están instalando redes WLAN bajo la tecnología Wi-Fi.

Llegados a este punto deberíamos definir y diferenciar acceso inalámbrico de acceso móvil: Acceso inalámbrico es aquel que se hace a través de una conexión inalámbrica, principalmente por radiofrecuencia, que elimina la “barrera” del cable y libera al usuario facilitando y ampliando los posibles usos.

El acceso móvil es un caso general de acceso inalámbrico, que permite al usuario libertad total o parcial de movimientos y un acceso y uso del servicio continuo (sin costuras) mientras se desplaza.

Es importante tener claro estos conceptos dado que son elementos clave cuando se comparan distintas tecnologías y se habla de su competencia y/o complementariedad. Nos estamos refiriendo obviamente a sistemas Wi-Fi versus sistemas de telefonía móvil de tercera generación.

En prácticamente todos los sistemas de telefonía móvil actuales, los conceptos de calidad de servicio, itinerancia y traspaso son cruciales y están considerados imprescindibles desde las primeras fases del desarrollo de sus especificaciones hasta llegar a su estándar final. No ha ocurrido lo mismo con una tecnología como Wi-Fi, orientada o desarrollada para aplicaciones de WLAN.

Uno de los problemas habituales en grandes instalaciones de redes inalámbricas es el *roaming* cuando nos encontramos con direccionamientos IP en distintas subredes que necesiten enrutamiento de paquetes. En estos casos el cambio de celda supone un cambio radical en la dirección IP por no poder soportar la nueva subred el direccionamiento de la anterior. Ello deriva en que las aplicaciones que el equipo móvil estuviese manteniendo finalizarían inmediatamente por imposibilidad de reencaminar los paquetes.

Una de las soluciones habituales a este problema es el empleo de VPNs. El terminal móvil realmente dirige siempre todo su tráfico hacia y desde un servidor de túneles con una dirección IP que le ha asignado. Cuando el terminal se desplaza a otra celda con direccionamiento IP diferente, cambia únicamente la dirección con que se construye el túnel, pero se mantiene la que utiliza el terminal internamente para identificarse con el servidor. Aunque plenamente operativo y empleado con frecuencia, este mecanismo tiene sus contrapartidas, como son el aumento de la latencia en las comunicaciones por la complejidad añadida del procedimiento y la dificultad del empleo de mecanismos de priorización de tráfico puesto que los paquetes originales con dichas



categorizaciones van incluidos en nuevos paquetes que normalmente no las poseen.

Con el fin de proporcionar una solución más adecuada al problema se está desarrollando el protocolo **Mobile IP**. El mecanismo es sencillo: cada terminal tiene una IP local y cuando se desplaza a otra celda, una segunda IP de visitante, utilizando ambas. En la red original existe un agente local que se encarga de re-encaminar el tráfico dirigido a la antigua IP hacia la nueva. En la práctica es mucho más complejo por los mecanismos de negociación entre los agentes de cada subred.

Sin embargo, dicho protocolo abre un abanico de posibilidades que van mucho más allá de este uso en redes inalámbricas: consolida el concepto de dirección IP fija universal e incluso sienta las bases del *roaming* entre direccionamiento telefónico e IP. Quizá un día cada uno de nosotros sólo tenga un número independiente de operador y red al cual todas las comunicaciones de voz y datos se dirijan de forma única a nuestro terminal universal. Se avanza muy rápidamente.



1.9 EL DESARROLLO DE VOZ SOBRE REDES Wi-Fi

Desde que se popularizó Internet, se hizo atractiva la posibilidad de utilizarla para transmitir voz. El motivo principal es que el coste de uso de una red IP normalmente es independiente de la distancia y a menudo independiente del tiempo de conexión, en contraposición con las tarifas de la telefonía convencional.

Por otra parte, los avances en las técnicas de compresión de datos logrados en los últimos años no se han podido implementar en telefonía por la inercia económica que implica la infraestructura existente. Por último, la conmutación de paquetes característica de Internet es más eficiente en el uso del canal que la conmutación de circuitos utilizada en telefonía.

Sin embargo, son muchos los obstáculos existentes para la transmisión de voz de alta calidad en una red IP, derivados del hecho de que en conmutación de paquetes no se ha previsto establecer límites en el tiempo de transmisión y que es práctica común la retransmisión de un paquete perdido o recibido con errores.

En transmisión de voz es totalmente inútil la retransmisión de un paquete después de un centenar de milisegundos debido a que los retardos de varios cientos de milisegundos son inaceptables. Es por esto que el éxito de la VoIP se puede garantizar en redes privadas, en las cuales se pueda establecer un límite máximo en los tiempos de transmisión. Esto se consigue estableciendo algún sistema de prioridades para el tráfico de voz respecto a otros datos, y limitando el número de enrutadores que tiene que atravesar el mensaje para llegar a su destino.

En Internet, en cambio, la voz sobre IP es de inferior calidad al no poder ofrecerse estas garantías, conocidas normalmente como QoS. Sin embargo, numerosas empresas ofrecen telefonía sobre Internet a costes muy inferiores para aquellos clientes que están dispuestos a aceptar compromisos con la calidad. Es de esperar que a medida que las grandes empresas de telecomunicaciones incorporen QoS en sus redes de datos se pueda utilizar VoIP sin sacrificios de calidad aún en Internet. Mientras tanto, la telefonía IP presenta también ventajas de integración con otros servicios de datos que la hacen muy atractiva para redes privadas de ciertas instituciones.

Las funciones básicas que debe realizar un sistema de voz sobre IP son:

- 1) Digitalización de la voz
- 2) Paquetización de la voz
- 3) Enrutamiento de los paquetes

Si pretende conectarse a la red pública conmutada, adicionalmente se requiere de un mecanismo para convertir las direcciones IP a números



telefónicos y viceversa, utilizando el método de señalización adecuado a la red telefónica con la que nos estamos conectando. Frecuentemente se puede requerir instrumentos de tarificación y control de acceso.

Existen numerosos estándares que cubren cada uno de estos aspectos, algunos procedentes del mundo de la telefonía, como los CODECS (“COder/DECoder”) utilizados para digitalizar la voz, y otros procedentes de la transmisión de datos, como los protocolos de transmisión de paquetes.

En general, las ventajas que se obtienen al comprimir la voz con códigos más sofisticados y por la supresión de los períodos de silencio, son contrarrestadas por la tara impuesta por la necesidad de dotar a cada paquete de voz con la información necesaria para enrutarlo a su destino, por lo que es difícil estimar exactamente cuál será el ancho de banda requerido por un sistema de VoIP. Sin embargo, este ancho de banda es siempre considerablemente inferior a los 64 kbps requeridos por la codificación PCM (“Pulse Code Modulation”) en la telefonía clásica.

Se efectúa también la supresión de eco para mejorar la inteligibilidad de la comunicación. Durante el proceso de digitalización, empaquetamiento y desempaquetamiento de la voz, se utiliza un “buffer” o memoria temporal para almacenar cada muestra antes de su transmisión. El tamaño de este buffer afecta al retardo total de transmisión.

El despliegue de VoIP requiere conocimientos básicos de telefonía y de redes de ordenadores. El término *gateway*, conocido como pasarela o puerta de enlace en redes informáticas, se usa en VoIP para designar al dispositivo que hace de interlocutor entre la red telefónica y la red informática.

Aunque existen numerosos protocolos para permitir la interconexión de teléfonos y ordenadores, los que tienen mayor aceptación son los agrupados bajo ITU H.323.

En el seno del IEEE se viene trabajando en los estándares relativos a estas materias:

- IEEE 802.11.e. Se podría definir como la implementación de características de QoS y multimedia para las redes 802.11
- IEEE 802.11.f. Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11.g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el *Roaming* o itinerancia de clientes.

La combinación de las tecnologías de voz sobre IP y 802.11 ha permitido a la Universidad de Arkansas, rebajar sus costes de comunicaciones de 530.000 dólares al mes a tan solo 6.000. Los líderes de la telefonía IP son Cisco, con un



40% del mercado, seguido de Symbol, con un 22%, y Nortel, que cuenta con un 19%. Según Frost & Sullivan, el mercado de la voz sobre IP crecerá de algo más de 2.100 millones de dólares hoy a más de 5.600 millones en 2006. Por su parte, el mercado de las WLANs crecerá de los 600 millones de dólares actuales a más de 1.000 millones para esa fecha.

La combinación de las tecnologías Wi-Fi y VoIP permite pensar en un mundo en el que los que dominen las comunicaciones empresariales no sean siempre las empresas de telecomunicaciones clásicas, y en el que nuevos entrantes, con soluciones a la medida de las Pymes, se hagan con amplios mercados que desaparecerán para los negocios tradicionales de pago por acceso, uso y distancia.



1.10 EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

Dentro de la consideración genérica de redes inalámbricas podemos encontrar distintas categorías en función del rango o alcance en que una tecnología presta un servicio:

- PAN *Personal Area Network*: Redes para interconexión de dispositivos personales (PDA's, portátiles...) a muy corto alcance (<10 metros), baja velocidad (<1 Mbps) y con necesidad de visión sin obstáculos.
- LAN *Local Area Network*: Redes para interconexión corporativa (oficinas, escuelas...) con cobertura de entorno a 100 metros y velocidad entre 2 y 54 Mbps.
- MAN *Metropolitan Area Network*: Redes usadas típicamente para interconexión de distintas oficinas de una misma empresa en el radio de una ciudad (aprox. 20 metros), cubriendo unas velocidades de hasta 150 Mbps.
- WAN *Wide Area Network* : Colección de redes conectadas a través de una subred con un área de cobertura que puede oscilar entre los 100 y los 1000 Kilómetros y unas velocidades entre 10 y 384 Kbps.
- MBWA *Mobile Broadband Wireless Access*: Redes inalámbricas para acceso de Banda Ancha.



Esta clasificación, junto con la figura adjunta, ayudará a ver cuál es el posicionamiento y evolución de las tecnologías inalámbricas para los próximos años:

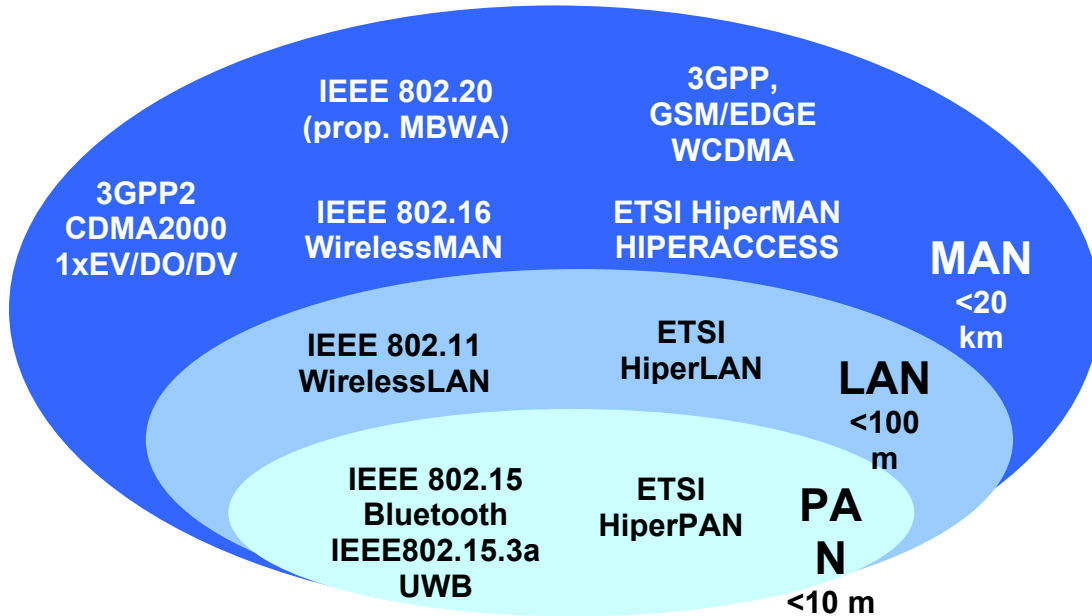


Figura 7: tecnologías inalámbricas por área cubierta
FUENTE: propia

A continuación vamos a ver de forma somera alguna de ellas más directamente relacionadas con Wi-Fi y su evolución.



1.10.1 IEEE- 802.15: WPAN.

El esfuerzo del 802.15 WPAN™ se orienta al desarrollo de estándares para PAN (“*Personal Area Networks*”) o redes inalámbricas de corta distancia. Estas WPANs se dirigen a elementos de red de dispositivos portátiles y móviles tales como PCs, PDAs, periféricos, teléfonos móviles, pagers, y electrónica de consumo; permitiendo a estos dispositivos comunicarse e interoperar entre ellos. El objetivo es publicar estándares, recomendar prácticas o guías que tengan amplia aplicabilidad en el mercado y tratar eficazmente con los aspectos de coexistencia e interoperabilidad con otras soluciones de red inalámbricas o cableadas.

Dentro de IEEE 802.15 encontramos cuatro grupos de trabajo:

- 802.15 TG1. Responsable del estándar Bluetooth.
- 802.15 TG2. Responsable del desarrollo de modelos de coexistencia entre redes PAN, redes WAN y entre ellas.
- 802.15 TG3. Responsable del desarrollo de un estándar de red WPAN de alta velocidad que implique servicios de imagen y multimedia.
- 802.15 TG4. Responsable del desarrollo de un estándar de red WPAN de baja velocidad, baja complejidad y bajo coste.

<http://www.ieee802.org/15/about.html>

1.10.2 IEEE- 802.16: WMAN

Las redes Wi-Fi permiten la construcción de microceldas, áreas de cobertura de un radio inferior a pocas centenas de metros. Pero, ¿cómo asociar microceldas próximas para constituir redes inalámbricas de mayor cobertura? El procedimiento empleado es la interconexión de cada una a las redes públicas cableadas de operadores. Este modelo, habitual en las grandes ciudades, es de difícil implantación en zonas rurales y dispersas, así como liga el despliegue de una red de cobertura amplia (WAN) inalámbrica a las habitualmente caras redes fijas.

Considerando esta limitación, el IEEE ha establecido un grupo de trabajo, el IEEE 802.16, para proponer una tecnología inalámbrica de largo alcance para redes WAN inalámbricas. El resultado ha sido el desarrollo de un nuevo estándar, cuyas características más destacables son una importante compatibilidad técnica con la serie 802.11 (lo que facilitará la inmediata salida de productos al mercado), y el permitir flujos binarios de hasta 70 Mbps con rangos de cobertura cercanos a los 50 Kms. Se orienta hacia un uso eficiente de



frecuencias en las bandas licenciadas entre 10 y 66 GHz (también está trabajando en las no licenciadas entre 2 y 11 GHz) y define una capa de control de acceso al medio (MAC) que soporta especificaciones de múltiples capas físicas según la frecuencia de uso.

Emulando el éxito que el consorcio Wi-Fi Alliance tiene en la homologación de equipos sobre el 802.11, ha nacido WiMAX, con el objetivo de promover el uso e interoperabilidad de equipos 802.16a. Rápidamente ha tenido el apoyo activo de destacados actores del sector ,entre ellos Intel, Proxim y Fujitsu.

www.wimaxforum.org

<http://ieee802.org/16/>

<http://wirelessman.org>

1.10.3 IEEE-802.20: MBWA.

El 11 de diciembre de 2002, el IEEE Standard Board aprobó el establecimiento del grupo de trabajo IEEE 802.20 para el desarrollo de un sistema denominado genéricamente: Mobile Broadband Wireless Access (MBWA).

La misión de IEEE 802.20 es desarrollar la especificación de las capas PHY (“*physical*” o física) y MAC de un interfaz aire basado en conmutación de paquetes y optimizado para el transporte IP que:

- Opere en las bandas de trabajo licenciadas por debajo de 3,5 GHz.
- Trabaje con velocidades de pico por encima de 1 Mbps.
- Soporte movilidad por encima de los 250 Km/h.
- Cubra tamaños de celda que permitan coberturas continuas de áreas metropolitanas.
- Obtenga eficiencias espectrales, velocidades de transmisión sostenidas y número de usuarios activos significativamente más altos que con los sistemas móviles existentes. La figura muestra la eficiencia espectral prevista y la mejora sustancial con respecto a tecnologías actuales.

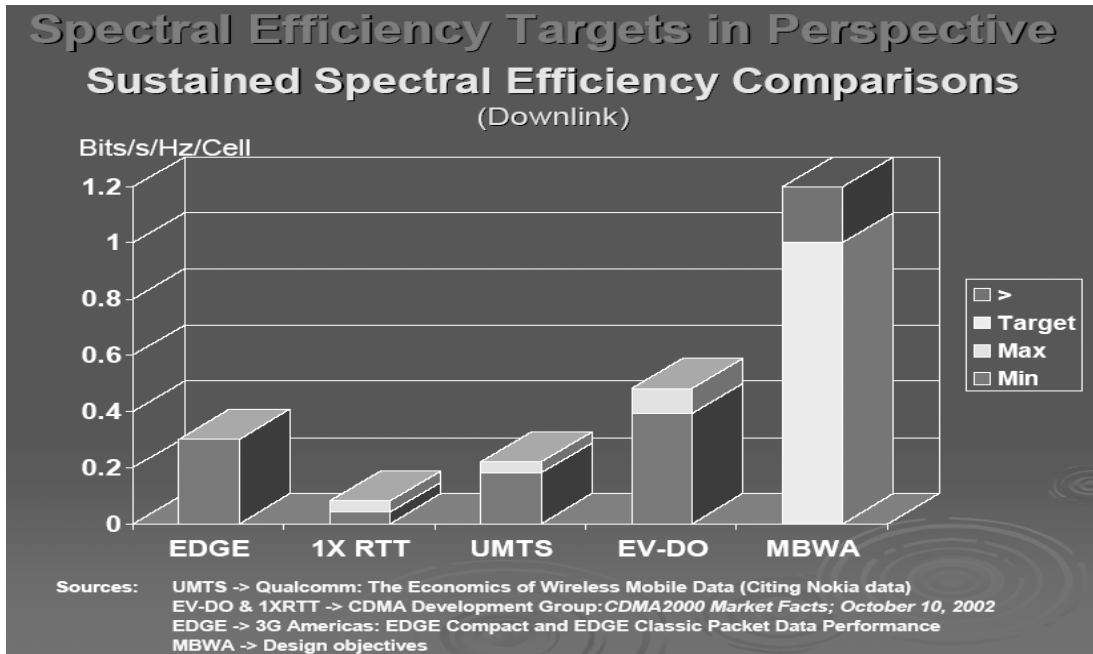


Figura 8: Eficiencia espectral de las distintas tecnologías de acceso
(FUENTE: <http://grouper.ieee.org/groups/802/20/>)

Las tablas siguientes permiten ubicar cada una de las tecnologías mencionadas con anterioridad.

	802.11	802.15	802.16	802.20
Espectro	Sin licencia	Sin licencia	Licencia Sin licencia	Licencia
Banda de frecuencias	2,4GHz, 5GHz	Varias según aplicación	10-66GHz 2-11GHz	Por debajo 3,5GHz
Tipo de acceso	Área Local	Espacio personal	Accesos fijos PMP y mallados en MAN	Ubicuidad en áreas metropolitanas
Movilidad	Portatibilidad	Espacio personal	Fijo	
Alimentación	Batería	Batería	Red	Batería
LOS/NLOS	NLOS	NLOS	LOS (10-66GHz) NLOS (2-11GHz)	NLOS
Capas afectadas	PHY y MAC para LAN	PHY y MAC para PAN	PHY y MAC para acceso inalámbrico PMP	PHY y MAC para redes acceso móviles

Tabla 3: Resumen de tecnologías inalámbricas de acceso por área cubierta
(FUENTE: <http://grouper.ieee.org/groups/802/20/>)



Relationship to other Cellular Standards Activities (1)

Dimension	802.16e	802.20	3G
End-user	High data rate fixed wireless user with adjunct mobility service Symmetric data services End-user devices for fixed subscribers (CPE) and PC Cards for mobile devices Support of low-latency data and real time voice services	Fully mobile, high throughput data user Symmetric data services End-user devices initially PC Card enabled data devices Support of low-latency data services	Voice user requiring data services Highly asymmetric data services End user devices initially data enabled handsets Lack of support for low latency services
Service Provider	Evolving off Fixed Wireless service providers and WISPs adding mobility as enhancement to service offering Local/Regional mobility and roaming support	Wireless Data Service provider – Greenfield start or evolving Cellular carrier Global mobility and roaming support	Cellular voice service provider evolving to data support Global mobility and roaming support

Figura 9: Relaciones entre tecnologías inalámbricas de acceso móviles: usuario final y proveedor de servicio
(Fuente: IEEE. 802.20)

Relationship to other Cellular Standards Activities (2)

Dimension	802.16e	802.20	3G
Technology	Extensions to 802.16a MAC & PHY Optimized for and backwards compatible with fixed stations Licensed bands 2-6 GHz Typical Channel BW >5 MHz Packet oriented architecture Channelization and control for multimedia services with QoS High efficiency data uplinks and downlinks Low Latency architecture	New PHY & MAC optimized for packet data and adaptive Antennas Optimized for full mobility Licensed bands below 3.5 GHz Typical Channel BW < 5 MHz Packet oriented architecture Channelization and control for mobile multimedia services. Mobile-IP Based High efficiency data uplinks and downlinks Low latency data architecture	W-CDMA, cdma2000 Evolving of GSM or IS-41 Licensed bands below 2.7 GHz Typical Channel BW < 5 MHz Circuit oriented architecture – evolving to packet on the downlink Channelization and control optimized for mobile voice services. MAP/SS7 based Medium efficiency data downlinks, low efficiency uplinks High latency data arch.

Figura 10: Relaciones entre tecnologías de acceso móviles: Aspectos tecnológicos
(Fuente: IEEE. 802.20)



CAPÍTULO II: ASPECTOS LEGISLATIVOS Y REGULATORIOS

En los últimos años, las telecomunicaciones han recorrido un amplio camino, desde un sector con comportamiento lineal y predecible, hacia otro sector tremendamente complejo, multifactorial e impredecible. Gran parte de esta complejidad proviene del fenómeno de la globalización, de la actividad económica y social y del cambio tecnológico que la impulsa.

Estamos hablando de 1978, una época en la que en todos los países del mundo operaban con monopolios ofreciendo una gama de servicios muy reducida, centrada en las redes fijas de voz. Los operadores estaban escasamente internacionalizados, tanto en el capital, como en las operaciones, con una fuerte integración con la industria suministradora nacional. La demanda de servicios globales por parte de clientes multinacionales era escasa.

En el año 2004, el panorama del sector de las telecomunicaciones se ha transformado como resultado del ritmo aplastante con que avanza la globalización del sector.

La fuerte competencia del sector de las telecomunicaciones, surgida como consecuencia del proceso liberalizador iniciado a mediados de los noventa, es el resultado de un acuerdo político multilateral de la mayor parte de los Gobiernos del mundo en torno a los Acuerdos de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

2.1 EL MARCO LEGISLATIVO EN ESPAÑA

Paralelos a los cambios tecnológicos y de mercado se han desarrollado, y han sido trascendentales, cambios normativos y de regulación.

El marco legislativo español actual, en materia de telecomunicaciones, se configura en torno a un conjunto de normativas, decretos, leyes, notas técnicas donde se incluyen:

- Organismos Internacionales de Gestión del Espectro:
 - Conferencia Europea de Administraciones Postales y Telecomunicaciones (CEPT)
- Organismos de normalización:
 - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI)
 - Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
 - Asociación Española de Normalización (AENOR)
 - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC)



- Directivas de la Unión Europea.
- Ley General de Telecomunicaciones y sus normas de desarrollo.
- Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).
- Normativa sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.

2.2 PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN SOBRE REDES Wi-Fi

En estos momentos la tecnología de acceso inalámbrico Wi-Fi se utiliza, básicamente, para establecer conexiones a Internet en banda ancha. En algunos casos el acceso a Internet se utiliza en los llamados “*Hot spots*” dentro de empresas, aeropuertos, puertos marítimos, estaciones de tren y metro, campus universitarios y cafés entre otros. Se utiliza, además, para dar acceso a Internet a usuarios residenciales, en bloques de pisos, o áreas dónde exista la posibilidad de obtener otros usuarios utilizando la misma instalación. Asimismo, se utiliza para el desarrollo de la llamada “Internet rural”, o lo que es lo mismo, para el acceso a Internet desde zonas rurales de difícil cableado y con escasez de infraestructuras de telecomunicación.

En cualquier caso, los servicios de telecomunicaciones que pueden prestarse mediante el aprovechamiento de una red Wi-Fi, no se limitan a las conexiones de acceso a Internet, ya que también se pueden prestar servicios de telefonía sobre IP, servicios de transmisión de datos mediante redes privadas virtuales (VPN), así como cualesquiera otras aplicaciones tecnológicas que se vayan desarrollando.

En resumen, las Redes Inalámbricas de Área Local basadas en la tecnología Wi-Fi son un medio innovador de suministro de acceso inalámbrico de banda ancha a Internet, y de otros servicios, y a redes de Intranet de las empresas, no sólo para usos privados, sino también para el público en general en distintos “*Hot-spots*”. Los estados miembros deberán permitir el suministro de acceso público a las redes y servicios públicos de comunicaciones electrónicas en las bandas disponibles de 2,4 GHz y 5 GHz en la medida de lo posible y sin condiciones especiales y sólo sujetos a autorización general para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas.



2.3 MARCO REGULATORIO BÁSICO PARA REDES Wi-Fi

<p>Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Se actualiza de acuerdo con las decisiones de la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones, los Acuerdos Regionales, las Resoluciones, y las Recomendaciones de las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones. La UIT efectúa la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico y la adjudicación de frecuencias radioeléctricas. La UIT coordina los esfuerzos para eliminar las interferencias perjudiciales entre las estaciones de radiocomunicación de los diferentes países y mejorar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas por los servicios de radiocomunicación.</p>
<p>Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones. Se celebran cada dos años y tienen mucha relevancia de cara a la adopción de decisiones en el seno de la UIT, que posteriormente se plasmarán en las propuestas para las atribuciones de frecuencias.</p>
<p>Las decisiones de la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) y de la Oficina Europea de Radiocomunicaciones.</p>
<p>Directiva 2002/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, relativa a un marco regulador común de las redes y de los servicios de comunicaciones electrónicas. Fija las funciones de las Autoridades Nacionales de Reglamentación en la materia e instaura una serie de procedimientos para garantizar la aplicación armonizada del marco regulador en toda la Comunidad Europea. También se establece un régimen de autorizaciones generales por parte de los entes nacionales reguladores en materia de telecomunicaciones que será el único título habilitante necesario para aquellas compañías que pretendan prestar servicios de comunicaciones electrónicas.</p>
<p>Recomendación de la Comisión Europea de 20 de marzo de 2003 sobre las R-LAN. La mayoría de los Estados miembros de la UE permiten ya el acceso público a R-LAN y los servicios de comunicaciones electrónicas sobre una base comercial o no comercial; considerando la importancia para los servicios de la Sociedad de la Información de las R-LAN como plataforma de acceso de banda ancha. La Comisión Europea pretendió armonizar el suministro de dicho acceso a las R-LAN en la Comunidad, debiéndose autorizar la prestación de estos servicios mediante el sistema menos oneroso posible, es decir, en la medida de lo posible sin condiciones específicas para el sector.</p>
<p>Reglamento de desarrollo de la antigua Ley General de Telecomunicaciones en lo relativo al uso del dominio público radioeléctrico, aprobado por la Orden de 9 de marzo de 2000, el cual establece en su artículo 5, que mediante Orden del Ministerio de Ciencia y Tecnología, se aprobará el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) para los diferentes tipos de servicios de radiocomunicación, definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, definiendo así, la atribución de bandas, sub-bandas, canales y circuitos radioeléctricos correspondientes, así como las demás características técnicas que pudieran ser necesarias.</p>
<p>Orden CTE/630/2002, de 14 de Marzo de 2002, por la que se aprueba el CNAF. Recoge las atribuciones en el ámbito nacional de las diferentes bandas de frecuencias atribuidas a los distintos servicios de radiocomunicaciones. En él se reflejan los resultados de las distintas Conferencias Mundiales de las Radiocomunicaciones, las Decisiones y Recomendaciones de la CEPT adoptadas por España, así como aquellas otras decisiones de gestión del espectro radioeléctrico adoptadas a nivel nacional. El CNAF se modifica con una periodicidad aproximada de dos años y se aprueba por Orden Ministerial.</p>
<p>Orden CTE/2082/2003, de 16 de julio, por la que se modifica la Orden CTE/630/2002, de 14 de marzo, por la que se aprueba el CNAF. Esta modificación recoge la evolución tecnológica en materia de telecomunicaciones y las decisiones y recomendaciones de los organismos internacionales competentes, en particular UIT y CEPT. También contempla las necesidades de nuevos usos nacionales y la adaptación de algunas bandas de frecuencias a usos distintos de los actuales, con la finalidad de favorecer el desarrollo de determinados servicios y adaptar el uso del espectro radioeléctrico a los sistemas y estándares de telecomunicaciones emergentes.</p>



Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones (LGTel). Mediante esta ley, junto con su futuro desarrollo reglamentario, se incorpora al ordenamiento jurídico español el contenido de la normativa comunitaria, respetando plenamente los principios recogidos en ella, aunque adaptándolo a las peculiaridades propias del derecho y la situación de España.

Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas

Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.



2.4 EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

El espectro radioeléctrico es un recurso natural escaso, con un fuerte contenido económico y estratégico. La característica de recurso escaso implica la necesidad de realizar una buena administración del mismo para conseguir su máximo aprovechamiento y una utilización eficaz.

El espectro radioeléctrico está considerado como un bien de dominio público y su administración corresponde en exclusiva al Estado. Esta administración incluye las tareas de planificación, gestión y control. Por muchos motivos, tanto técnicos, económicos como estratégicos, estas tareas tienen una fuerte implicación internacional, por ello dicha administración ha de hacerse de acuerdo con los Tratados y Acuerdos internacionales en los que España es parte, tales como los establecidos en el marco de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Unión Europea (UE) o la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicación (CEPT).

La función de planificación radioeléctrica resulta particularmente importante para un aprovechamiento óptimo del espectro radioeléctrico. Esta planificación se instrumenta a través del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) en el que se plasma la normativa de la Unión Europea y las resoluciones, recomendaciones y reglamentos de los organismos internacionales y, además, se tienen en cuenta las necesidades de los operadores nacionales, la industria y usuarios del espectro radioeléctrico. La elaboración de los Planes Técnicos Nacionales de radiodifusión sonora y televisión son también una parte muy importante de dicha función de planificación. Toda esta actividad es primordial para que el resto de tareas de la administración del espectro se puedan realizar de forma eficaz.

Hasta ahora todas las labores de administración son realizadas por la Dirección General de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. Sin embargo, en los últimos años se ha producido un enorme nacimiento de nuevas tecnologías, nuevos sistemas y servicios de radiocomunicaciones vinculados a la Sociedad de la Información y se ha llevado a cabo un importante proceso de liberación de las telecomunicaciones. Todo ello ha dado lugar a que cada vez sean más los operadores y usuarios del espectro radioeléctrico que consideran su valor por las ventajas económicas derivadas de la facilidad y rapidez en el despliegue de infraestructuras, así como por las ventajas inherentes a las propias tecnologías inalámbricas.

Esta nueva situación ha derivado en un fuerte incremento de los trabajos técnicos, administrativos y de las reuniones internacionales, requiriendo mayores recursos humanos y técnicos. Para poder dar una rápida respuesta a las nuevas necesidades presentadas y seguir el rápido avance tecnológico, la mayor parte de los países de nuestro entorno han creado organismos especializados en



forma de agencias o institutos. En España, la Ley General de Telecomunicaciones 32/2003, de 3 de noviembre, crea, en su artículo 47, la Agencia Estatal de Radiocomunicaciones, estableciendo su condición de organismo autónomo y las competencias y funciones encomendadas.



2.5 UTILIZACIÓN DEL CNAF EN REDES Wi-Fi

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencia (CNAF) recoge las atribuciones, en el ámbito nacional, de las diferentes bandas de frecuencias a los distintos servicios de radiocomunicaciones.

En el se reflejan los resultados de las Conferencias mundiales de Radiocomunicaciones, las decisiones y recomendaciones de la CEPT adoptadas por España así como aquellas otras formas de gestión del espectro radioeléctrico a nivel nacional.

Se elabora con una periodicidad aproximada de dos años y se aprueba por Orden Ministerial. El vigente Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias fue aprobado por la Orden CTE/630/2002 de 14 de marzo de 2002 (B.O.E. de 22 de marzo de 2002) y modificado por la Orden CTE/2082/2003 de 16 de julio de 2003 (B.O.E. de 23 de julio de 2003).

Esta disponible en: (www.setsi.min.es/espectro/cnaf.htm)



Aspectos del CNAF aplicables a las bandas de 2,4GHz y 5GHz.

□ “Uso común” de banda de frecuencia

Artículo 12 (Orden 9 de marzo de 2000): La utilización con las características técnicas correspondientes, de aquellas bandas de frecuencias que se señalen en el CNAF.

Protección: No deberán producir interferencias ni solicitar protección frente a otros servicios de radiocomunicaciones autorizados con categoría diferente.

Ejemplos: Teléfonos sin hilos, micrófonos sin hilos, mandos de garaje, PMR-446, bucles inductivos, implantes médicos, aeromodelismo, radares anticolidión, ICM. El uso común no garantiza la protección frente a otras utilidades ni puede causar perturbaciones a otros servicios existentes legalmente autorizados.

□ Notas de Utilización Nacional aplicables a Wi-Fi

- UN - 85 Banda de frecuencias 2.400 a 2.483,5 MHz.

Estas frecuencias podrán ser utilizadas en redes de área local para la interconexión sin hilos entre ordenadores y/o terminales y dispositivos periféricos para aplicaciones en interior de edificios.

La potencia total será inferior a 100 mW (PIRE). Otras condiciones de uso han de ser conformes a la Recomendación CEPT/ERC 70-03 Anexo 3.

Esta utilización se considera de uso común.

Esta banda de frecuencias también podrá utilizarse para aplicaciones generales de baja potencia en recintos cerrados y exteriores de corto alcance.

La potencia radiada máxima será inferior a 100 mW.

Esta utilización se considera de uso común.

En ambos casos, las características radioeléctricas de estos equipos se ajustarán a las especificaciones ETSI ETS 300 328, ETS 300 440 o bien al estándar específico, si es el caso y en base a lo anterior deberá realizarse la correspondiente evaluación de la conformidad.

- UN-128 Redes de área local de altas prestaciones en la banda de 5 GHz.

Las bandas de frecuencia indicadas seguidamente podrán ser utilizadas por el servicio móvil en redes de área local de altas prestaciones, de conformidad con las condiciones que se indican a continuación.



Banda 5.150 – 5.350 MHz:

En esta banda, el uso por el servicio móvil en redes de área local se restringe para su utilización únicamente en el interior de recintos y las características técnicas deben ajustarse a las indicadas en la tabla adjunta en el caso que sea de aplicación en función de la subbanda utilizada y de las modalidades técnicas contempladas en la misma.

Banda (MHz)	POTENCIA (p.i.r.e.) (*)		
	Sistemas sin TPC	Sistemas con TPC	Sistemas con TPC y con DFS
5150-5250 (**)	30 mW	120 mW	200 mW
5250-5350 (**)	60 mW con DFS	200 mW con DFS	200 mW

Tabla 4: Condiciones técnicas de utilización en la banda de 5GHz
(FUENTE: CNAF)

Las utilizaciones indicadas anteriormente se consideran de uso común. El uso común no garantiza la protección frente a otras utilizaciones ni puede causar perturbaciones a servicios existentes legalmente autorizados.

El significado atribuido a los términos y símbolos utilizados en esta tabla es el siguiente:

(*) Se refiere a la potencia (P.I.R.E.) promediada sobre una ráfaga de transmisión ajustada a la máxima potencia.

(**) En estas bandas, la densidad espectral de P.I.R.E. media no ha de exceder de 0,04 mW/4 Khz. medida en cualquier ancho de banda de 4 kHz.

TPC: se refiere a sistemas que dispongan de control de potencia transmitida

DFS: se refiere a sistemas que dispongan de selección dinámica de frecuencia de acuerdo a la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso radio incluyendo RLAN en 5 GHz.

Banda 5.470 – 5.725 MHz:

Esta banda puede ser utilizada para redes de área local en el interior o exterior de recintos con potencia inferior o igual a 1 W (P.I.R.E.). Estos sistemas deberán disponer de técnicas de control de potencia (TPC) y selección dinámica de frecuencia (DFS) de acuerdo a las especificaciones de la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso radio incluyendo RLAN en la banda de 5 GHz.

Estas instalaciones de redes de área local tienen la consideración de uso común.



□ Otras Notas de Utilización Nacional referentes a las bandas de 2,4 y 5 GHz

- UN-51 Bandas de frecuencias designadas para aplicaciones industriales, científicas, y médicas (ICM).

- 2.400 a 2.500MHz (frecuencia central 2.450 MHz)
- 5.725 a 5.875 MHz (frecuencia central 5.800 MHz)
- 24,00 a 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)
- 61,00 a 61,50 GHz (frecuencia central 61,250 GHz)

Los servicios de radiocomunicaciones que funcionen en las citadas bandas deberán aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones.

Los equipos ICM que funcionen en estas bandas estarán sujetos a las medidas prácticas que adopte la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información si fuera necesario para que las radiaciones fuera de banda de estos equipos sean mínimas, sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 444/1994 de 11 de marzo sobre requisitos de protección relativos a compatibilidad electromagnética.

La utilización de estas frecuencias para las aplicaciones indicadas se considera de uso común.

- UN - 109 Frecuencias para enlaces de vídeo de corto alcance.

Se destinan las frecuencias 2.421 MHz, 2.449 MHz y 2.477 MHz para su utilización, entre otras aplicaciones, en enlaces de vídeo de corto alcance para aplicaciones genéricas, tanto en interior de edificios como en exteriores, para alcances cortos en circuitos cerrados y equipos de potencia inferior a 500 mW con anchura de banda de emisión ajustada a la calidad de señal requerida.

Las instalaciones de este tipo deben de aceptar la interferencia perjudicial que pudiera resultar de aplicaciones ICM u otros usos de radiocomunicaciones en estas frecuencias.

Esta utilización se considera de uso común.

- UN - 115 Bandas de frecuencias permitidas para aplicaciones no específicas de baja potencia (dispositivos de corto alcance).

Sin perjuicio de otras utilidades expresamente reconocidas en el CNAF, se destinan a estas aplicaciones las siguientes bandas de frecuencia:



13,553-13,567 MHz	2.400-2.483,5 MHz
40,660-40,700 MHz	24,0-24,25 GHz
433,050-434,790 MHz	61,0-61,5 GHz

Tabla 5: Bandas de frecuencia permitidas para aplicaciones no específicas (corto alcance)
(FUENTE: CNAF)

Dichos dispositivos han de cumplir las especificaciones técnicas del correspondiente estándar EN 300 220, EN 300 330 o EN 300 440 en función de las bandas de frecuencias, ajustarse a las condiciones de uso y límites de potencia indicados en la Recomendación CEPT/ERC 70-03 Anexo 1 en los respectivos apartados.

Esta utilización se considera de uso común.

- UN-129 Dispositivos de radiofrecuencia para aplicaciones de identificación (RFID).

Los dispositivos identificadores por radiofrecuencia podrán utilizar la banda de frecuencias 2.446-2.454 MHz sin restricciones de canalización ni ciclo de trabajo, con una potencia máxima autorizada de 500 mW (P.I.R.E).

El estándar técnico aplicable a estos dispositivos es EN 300 440.

Otras características de utilización serán conforme al anexo 11 de la Recomendación 70-03 de la CEPT.

Esta utilización se considera de uso común.

- UN-130 Dispositivos genéricos de corto alcance (SRD) en la banda de 5 GHz.

Se autoriza el funcionamiento de dispositivos genéricos de baja potencia en la banda 5.725-5.875 MHz.

La potencia máxima se limita a 25 mW (P.I.R.E.) conforme a la Decisión CEPT ERC DEC(01)06 y de acuerdo a las características técnicas indicadas en el anexo 1 de la Recomendación 70-03 de la CEPT.

El estándar técnico aplicable a estos dispositivos es EN 300 440.

Esta utilización se considera de uso común.



2.6 RESOLUCIONES DE LA CMT RELATIVAS A Wi-Fi

Dentro de las funciones que la nueva Ley General de Telecomunicaciones atribuye a la CMT está el establecimiento y supervisión de las obligaciones de los operadores de telecomunicaciones, el fomento de la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales, la resolución de conflictos entre operadores y ejercer de árbitro en los conflictos entre los mismos.

El éxito de la tecnología Wi-Fi ha llevado a muchos operadores a plantearse la posibilidad de prestar sus servicios a través de ella. En España muchas iniciativas, tanto públicas como privadas, han llevado al despliegue de esta tecnología sin solicitar título habilitante. Por ello, la CMT, tras las consultas de diversos agentes, operadores y asociaciones de empresas y usuarios ha venido a resolver una serie de expedientes que clarifican enormemente la situación.

A continuación se muestran las diversas resoluciones de la CMT sobre el tema. En el anexo C se ha incluido un resumen detallado de cada una de ellas y de los expedientes sancionadores a los municipios de Atarfe y Puenteareas y resolución a la consulta del Ayuntamiento de Barcelona. El texto íntegro se puede consultar en www.cmt.es



2.6.1 Resoluciones de la CMT de interés

<p>Decisión del Consejo de la CMT, 19-12-2002 INFORME DANDO CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR "ASTER, SISTEMAS DE CONTROL, S.A." SOBRE EL TÍTULO NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICA (BANDA 2.4 GHz) PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VOZ MEDIANTE PROTOCOLO IP. (Expediente RO - 2002/7696)</p>
<p>Decisión del Consejo de la CMT, 05-06-2003 SOLUCIÓN POR LA QUE SE DA CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR EL CONSORCIO LOCAL 'LOCALRET' (LOCALRET) SOBRE EL TÍTULO NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICA BASADAS EN EL ESTÁNDAR 802.11B DEL IEEE PARA POSIBILITAR LA COBERTURA DE ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD. (Expediente RO - 2003/622)</p>
<p>Decisión del Consejo de la CMT, 09-10-2003 RESOLUCIÓN POR LA QUE SE DA CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR 'AUNA OPERADORES DE TELECOMUNICACIONES, S.A.' SOBRE LOS TÍTULOS HABILITANTES NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS DE TELECOMUNICACIONES DE TECNOLOGÍA 'Wi-Fi', QUE UTILICEN LAS BANDAS DE FRECUENCIAS DE 2.400 A 2.483,5 MHz Y DE 5.470 A 5.725 MHz. (Expediente RO - 2003/1240)</p>
<p>Decisión del Consejo de la CMT, 13-11-2003 RESOLUCIÓN POR LA QUE SE RESUELVE LA CONSULTA FORMULADA POR 'BÉTICA INGENIERÍA Y DESARROLLO, S.L.' SOBRE LOS TÍTULOS HABILITANTES DE TELECOMUNICACIONES NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS DE TELECOMUNICACIONES DE TECNOLOGÍA 'Wi-Fi', QUE UTILICEN LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 2.400 A 2.500 MHz. (Expediente RO - 2003/1418)</p>
<p>Decisión del Consejo de la CMT, 20-11-2003 RESOLUCIÓN SOBRE LA SOLICITUD FORMULADA POR LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PROVEEDORES DE SERVICIO DE INTERNET (AEPSI) REFERENTE A CUESTIONES RELACIONADAS CON LA PRESTACIÓN DE SERVICIO DISPONIBLE AL PÚBLICO MEDIANTE REDES LOCALES INALÁMBRICAS. (Expediente MTZ - 2003/793)</p>



Decisión del Consejo de la CMT, 23-01-2004 CONSULTA FORMULADA POR AXARQUIA TELECOM, S.A. SOBRE LA POSIBILIDAD DE INSTALAR, PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE INTERNET Y TELEFONÍA, TECNOLOGÍA Wi-Fi JUNTO CON TECNOLOGÍA PLC (Expediente RO-2003/1443).
RESOLUCIÓN POR LA QUE SE ACUERDA LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR CONTRA LA ENTIDAD PROYECTO ATARFE, S.A., POR EL PRESUNTO INCUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIBLES PARA LA EXPLOTACIÓN DE LAS REDES Y LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS (Expediente RO-2004/0057).
RESOLUCIÓN POR LA QUE SE ACUERDA LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR CONTRA EL ILMO AYUNTAMIENTO DE PUENTEAREAS, POR EL PRESUNTO INCUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIBLES PARA LA EXPLOTACIÓN DE LAS REDES Y LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS ANTECEDENTES DE HECHO (Expediente RO-2004/0412).
RESOLUCIÓN DE LA CONSULTA FORMULADA POR EL AYUNTAMIENTO DE BARCELONA SOBRE LA NECESIDAD DE INSCRIBIRSE COMO OPERADOR PARA LA PRESTACIÓN DE DETERMINADOS SERVICIOS SOBRE UNA RED Wi- Fi. (Expediente RO-2004/542)

2.7 REQUISITOS LEGALES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS SOBRE REDES Wi-Fi.

Se presenta en este apartado un resumen de los análisis y conclusiones de la CMT con respecto a los requerimientos para el establecimiento y prestación de servicios sobre redes inalámbricas Wi-Fi. Consideraremos tres casos:

Prestación de servicios de acceso a Internet

El establecimiento de una red Wi-Fi para la prestación de servicios de telecomunicaciones, es una forma de explotación de una red pública de telecomunicaciones.

En este sentido, la anterior normativa exigía de un título habilitante para la creación, gestión y explotación de tal red. Así, con la anterior normativa, por ejemplo, para la prestación del servicio de acceso a Internet soportado en redes Wi-Fi era necesario solicitar a la CMT una antigua Licencia Individual Tipo C2 (Licencia necesaria para el establecimiento o explotación de redes públicas que impliquen el uso del dominio público radioeléctrico) y una antigua Autorización



General Tipo C (habilitan para la prestación de servicios de transmisión de datos disponibles al público).

Por el contrario, de acuerdo con la nueva LGTel, desaparece el sistema de Licencias Individuales y Autorizaciones Generales. A partir de ahora, para explotar una red o prestar servicios de comunicaciones electrónicas será suficiente con efectuar una notificación previa a la CMT con la descripción de la red a explotar y de los servicios que se vayan a prestar. De acuerdo con el artículo 6.2 de la LGTel, se establece que para la explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas se requerirá, con anterioridad al inicio de la actividad, la notificación fehaciente de la misma a la CMT con los datos relativos a la persona física o jurídica que tengan la intención de explotar redes o prestar servicios, y en la forma en que va desarrollar esa actividad. Así, habrá que aportar a la CMT la información relativa a la descripción de la red, el ámbito de cobertura de la misma, la tecnología que utiliza y su funcionamiento. Por lo que respecta a los servicios deberá describir detalladamente los mismos (especificar si se van a prestar servicios de proveedor de acceso a Internet, intercambio electrónico de datos, telefonía sobre IP, almacenamiento y reenvío de mensajes cortos), definir los compromisos de calidad que se asumen y la forma en que se van a prestar.

Por otra parte, no será necesaria la notificación previa a la CMT cuando una compañía utilice la tecnología Wi-Fi para hacer una red interna entre sus ordenadores y sus servidores, routers, impresoras y/o cualquier otro equipo. Por lo tanto, sólo será necesaria la notificación previa cuando se establezca una red o se preste un servicio con dicha tecnología para comercializarlo o dar conectividad de acceso a terceros.

Telefonía sobre IP soportada en redes Wi-Fi

En relación con los servicios de telefonía sobre IP (voz sobre IP o "VoIP") según el régimen actual es igualmente necesario presentar una notificación a la CMT detallando la prestación de estos servicios. No obstante, puede existir un inconveniente en prestar telefonía sobre IP sobre redes Wi-Fi, ya que es un servicio que aún no se ha autorizado por la CMT. Una de las últimas resoluciones de la CMT, la de 20 de noviembre de 2003 ante una consulta de la Asociación Española de Proveedores de Servicio de Internet (AEPSI) dice:

"El prestador de servicio pretende dar servicio telefónico disponible al público en el área de cobertura para lo que se crea una red de acceso y transporte. Debido a las características del estándar de las redes inalámbricas se tratará de prestar servicio mediante VoIP. Aunque la interfaz que ofrecen al cliente esté normalizada, se deberá estudiar a la hora de autorizar este servicio disponible al público, cómo afecta a dicha prestación el uso común del espectro, puesto que no permite protección contra interferencias y debido a ello no permite asegurar una calidad de servicio." ... "Si el operador pretende dar servicio



telefónico disponible al público se abren una serie de escenarios que primeramente pasan por una consulta al Ministerio para evaluar este uso del espectro, estudiando la idoneidad del mismo para la prestación del servicio de voz puesto que debido a su atribución como uso común dificulta la consecución de niveles de calidad de servicio aceptables"

Así pues, el inconveniente en este caso se encuentra en que la CMT realice una consulta al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para que éste garantizara que la telefonía sobre IP prestada sobre redes Wi-Fi pueda ofrecer al usuario los niveles de calidad de telefonía necesarios. Entonces, la autorización de este servicio dependería de acreditar el cumplimiento de dichos niveles de calidad, tanto desde el principio con la notificación previa, como posteriormente en el caso de que se solicitara más información. Cuestión aparte es la exigencia de otros requisitos como numeración, interconexión, etc...

Administraciones locales e "Internet rural"

En cuanto a la prestación de servicios de telecomunicaciones, nos encontramos ante una actividad liberalizada, no ante un servicio de titularidad pública: municipal, autonómica, estatal. Una corporación municipal, directamente o a través de un tercero sin ánimo de lucro, puede intervenir en el mercado de las telecomunicaciones como un agente económico más, compitiendo con el resto de operadores en la actividad de provisión al público de servicios de acceso a Internet y estableciendo y explotando redes de telecomunicaciones. En este caso, su actividad estará sometida tanto a la normativa sectorial de las telecomunicaciones, como al resto de la normativa reguladora de la libre competencia que pueda ser de aplicación a estas actividades como si fuera un operador más.

Las entidades municipales, en su condición de administraciones públicas, están sometidas y les es de aplicación lo dispuesto en el artículo 8 punto 4 de la LGTel, a cuyo tenor, la prestación o explotación en el mercado, de servicios o redes de telecomunicaciones por la Administraciones Públicas deberá ser autorizada por la CMT, que establecerá las condiciones para que se *"garantice la no distorsión de la libre competencia, y se realizará por la Administración ... con la debida separación de cuentas y con arreglo a los principios de neutralidad, transparencia y no discriminación"*.

Precisamente, debido a la especial posición que ostenta toda Administración Pública, esta separación contable constituye un medio adecuado para detectar la posible realización de prácticas anticompetitivas que puedan distorsionar la libre competencia. Esta mayor transparencia que implica la separación contable no sólo permite una intervención ex post más fácil por el acceso a la información, sino que evita, la mayoría de las veces, que se produzca la distorsión de la competencia ya que tiene el efecto directo de dificultar la ocultación de la misma.



Por lo tanto, en el supuesto que nos ocupa, y de acuerdo con lo expuesto en la Resolución de la CMT de 5 de junio de 2003, acerca de la consulta efectuada por el Consorcio Público “LOCALRET”, cualquier entidad municipal que desee concurrir en el mercado prestando servicios de acceso a Internet mediante redes Wi-Fi, deberá cumplir con las obligaciones de notificación ante la CMT, comunicando su intención de explotar la red o la prestación de servicios, antes del inicio de la actividad; además de cumplir con la normativa reguladora de las Administraciones Públicas y de la libre competencia.

Hay que señalar a este respecto los expedientes abiertos por la CMT a los ayuntamientos de Puenteareas (Pontevedra) y Atarfe (Granada) por ofrecer servicios gratuitos de telecomunicaciones mediante la tecnología Wi-Fi, sin la autorización previa.



2.8 CONCLUSIONES SOBRE EL MARCO REGULATORIO

- Una red inalámbrica Wi-Fi utiliza el dominio público radioeléctrico en su modalidad de uso común y, en atención a tal uso, no requiere de ningún título habilitante con respecto, exclusivamente al uso del citado dominio público radioeléctrico. Sin embargo, es preciso señalar que el uso común es un uso regulado, y como tal, la utilización de frecuencias y el despliegue de estas redes debe hacerse conforme a las notas técnicas UN-85 y UN-128 del CNAF.
- El establecimiento y explotación de redes inalámbricas de telecomunicaciones en tecnología Wi-Fi por parte de un operador de telecomunicaciones requerirá la notificación a la CMT de su intención de explotar la red y la prestación de servicios antes del inicio de su actividad. Es decir, se está ante un sistema radioeléctrico que se configura como una red pública de telecomunicaciones y sirve de soporte a la prestación de determinados servicios de telecomunicaciones a terceros: provisión de acceso a Internet de banda ancha, provisión de servicios de telefonía sobre IP o servicios de VPN. Por lo tanto, la actividad de establecimiento y explotación de una red Wi-Fi, sea por parte de un operador de telecomunicaciones o una sociedad creada a tal fin, se encuentra sujeta al régimen de notificaciones previas previsto en el articulado de la LGTel.
- El uso común puede plantear ciertas limitaciones a la hora de ofrecer un servicio con unos determinados niveles de calidad (referencia a la respuesta a AEPSI sobre servicios de VoIP). Este concepto, el de calidad de servicio, deberá tenerse en cuenta en todo momento si se quieren obtener todos los beneficios que la tecnología Wi-Fi ofrece. Para lograr esa calidad de servicio es preciso llevar a cabo un despliegue ordenado de estos sistemas de telecomunicación. El proyecto técnico, realizado por un profesional competente y el visado colegial son la garantía de ese despliegue ordenado haciendo un uso eficaz y eficiente de los recursos disponibles.
- El despliegue de una red Wi-Fi, tanto para autoprestación como para dar servicios a terceros, supone la puesta en servicio de estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones que, por lo tanto, quedarían dentro del ámbito de aplicación del Artículo 2 del Capítulo 1 del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas. Por tanto, sería necesaria la verificación del cumplimiento de los límites de exposición fijados por el citado decreto



2.9 LAS EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

2.9.1 Introducción

Nuestro panorama urbano e incluso no urbano está plagado de estaciones radioeléctricas: telefonía móvil-GSM, acceso al bucle de abonado vía radio-LMDS, emisoras de radio FM y TV, estaciones de radioaficionado, radioenlaces en distintas bandas de frecuencias, Todas estas infraestructuras son, en la actualidad, ejes fundamentales para el desarrollo de la Sociedad de la Información, a los cuales nadie quiere renunciar. Una sociedad en la que el ciudadano está inmerso, y en la que se requiere movilidad, comunicación desde cualquier lugar, transmisión de voz y datos e incluso imágenes y conexión a Internet. Todo ello exige la puesta en marcha de las infraestructuras necesarias que soporten las redes que aproximan estos servicios al ciudadano.

Al mismo tiempo, cada día se hace más evidente que la opinión pública en los países avanzados está muy sensibilizada por los temas relativos a la salud y el medio ambiente, en el entorno de los avances y las innovaciones científico-técnicas. A esa sensibilización contribuyen, sin duda, la velocidad del cambio técnico, imposible de asimilar en tan breve tiempo, y los medios de comunicación, que permiten la difusión de supuestos riesgos potenciales de una innovación antes de que las investigaciones científicas hayan podido clarificar, con el rigor necesario, las cuestiones planteadas.

En nuestro país, la aparición de este problema ha seguido un proceso muy diferente a lo ocurrido en otros países, debido fundamentalmente, a una sobrevaloración social del riesgo. Esta situación se vio agravada además por la tardanza de los agentes implicados en realizar una evaluación del mismo, así como por la ausencia de una regulación de carácter obligatorio, para el conjunto del país, sobre emisiones radioeléctricas.

2.9.2 Situación actual

Con la publicación en el Boletín Oficial del Estado del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre de 2001, y la Orden CTE/23/2002, de 11 de Enero de 2002, que lo desarrolla, se estableció un marco regulatorio para el establecimiento de restricciones a los niveles de exposición de las emisiones radioeléctricas y unos mecanismos para garantizar el cumplimiento de los mismos.



NORMATIVA VIGENTE EN MATERIA DE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

REAL DECRETO 1066/2001, de 28 de septiembre de 2001, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

ORDEN CTE 23/2002, de 11 de enero de 2002, por la que se establecen las condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.

La normativa recoge tanto la existencia obligatoria de un proyecto técnico de la estación emisora, como la elaboración de un informe que evalúe, con carácter previo a su instalación, las emisiones radioeléctricas esperadas en las zonas próximas accesibles a las personas. Contempla la realización, con carácter obligatorio, de las medidas necesarias para asegurar que las emisiones cumplen con la norma antes de autorizar su puesta en funcionamiento. Más aún, la normativa obliga a elaborar un informe anual por parte de los operadores que actualice y garantice el comportamiento de cada instalación. En este sentido la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) tiene abierta una página web que recoge, para su consulta por el ciudadano, la situación de cada emplazamiento y sus características. La normativa asigna al técnico competente los diferentes aspectos técnicos involucrados en el proceso.

Se tienen, por tanto, establecidos cómo han de ser los proyectos técnicos, los protocolos de medida y las correspondientes certificaciones. Lo que se ha de exigir es el máximo rigor en la aplicación y vigilancia del cumplimiento de las normas que ofrecen garantías y seguridad a los ciudadanos y en este sentido, los agentes implicados: operadores, instituciones científicas, las distintas administraciones y las organizaciones ciudadanas tienen una importante responsabilidad.

En este sentido, el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) realizó un riguroso estudio técnico sobre la materia y de los protocolos para realizar las mediciones que permiten comprobar que las instalaciones funcionan dentro de los márgenes establecidos para garantizar la seguridad y la salud de las personas, y ha desarrollado los mecanismos necesarios para que, con la intervención del Ingeniero de Telecomunicación en la redacción del proyecto técnico correspondiente y en la fase de comprobación y certificación final, el ciudadano tenga la garantía plena que las instalaciones radioeléctricas cumplen la normativa.



2.9.3 Emisiones radioeléctricas y Wi-Fi

España dispone, en materia de emisiones radioeléctricas, de un completo marco regulatorio, en línea con los países de nuestro entorno que restringe los niveles de emisiones radioeléctricas a unos niveles considerados, hoy en día, inocuos para la salud por la comunidad científica internacional, y que está abierto a estudios, análisis y cuanta información sea relevante y que pudiera afectar a cambios en dicha normativa.

Toda esta normativa se ha aplicado desde el primer momento y con rigor para las distintas tecnologías foco de emisiones radioeléctricas, fundamentalmente, a los servicios de radiodifusión y TV y las estaciones de telefonía móvil por su gran número y presencia cerca de los ciudadanos y porque habían sido las primeras causantes de la alarma social generada hace un par de años.

En el camino hacia la Sociedad de la Información aparecen cada vez con más fuerza, nuevas tecnologías, muchas de las cuales están basadas en la utilización de las ondas electromagnéticas como medio de propagación, dado que la movilidad es una de las grandes demandas de dicha sociedad. En este sentido Wi-Fi, y su posible y futura evolución es una de esas tecnologías.

Las dos siguientes consideraciones de tipo legislativo y técnico, permiten ubicar las emisiones radioeléctricas y las tecnologías Wi-Fi.:

2.9.3.1 CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS:

- El Real Decreto-1066/2001 establece en su artículo 8.1 que los operadores que establezcan redes soporte de servicios de radiodifusión sonora y televisión y los titulares de licencias individuales de tipo B2 y C2 presentaran un estudio detallado, realizado por técnico competente, que indique los niveles de exposición radioeléctrica en áreas cercanas a sus instalaciones radioeléctricas en las que puedan permanecer habitualmente personas.
- La CMT en su respuesta a LOCALRET estableció el 5 de junio de 2003 que era necesaria una licencia individual de tipo C2 para desplegar estas redes y una autorización de tipo C para prestar servicios de transmisión de datos sobre ellas. De conformidad con esta resolución, LOCALRET estaría dentro de los operadores que marca el Real Decreto-1066/2001 y, por tanto, tendría que presentar los estudios sobre emisiones radioeléctricas
- El Grupo Auna consultó a la CMT si las operadoras englobadas en él disponían de los títulos suficientes para ofrecer servicios de Internet de banda ancha sobre Wi-Fi, a lo que el regulador contestó afirmativamente en la resolución de fecha 9 de octubre de 2003.
- El 13 de noviembre, sin embargo, y tras la publicación de la nueva Ley General de Telecomunicaciones, la CMT ha respondido a una consulta de la



empresa Bética Ingeniería y Desarrollo S.L., indicando que la nueva Ley modifica el régimen de títulos habilitantes y que las entidades que quieran constituirse en operadores deberán cumplir con los requisitos de capacidad que se recogen en el artículo 6 de la Ley y notificarlo a la CMT con anterioridad al inicio de la actividad.

- Hay, a raíz de los hechos anteriores, dos observaciones a realizar. La primera está relacionada con el necesario régimen transitorio o la adaptación de determinada legislación como consecuencia de la entrada en vigor de la nueva Ley General de Telecomunicaciones. La segunda va más a fondo al objetivo del Real Decreto-1066/2001, al establecer que la realización de estudios y medidas deben ser independientes del tipo de licencia administrativa y de la necesidad o no del correspondiente título habilitante. No tendría sentido que una aplicación Wi-Fi, que con la antigua Ley requería licencia C2 y, por tanto, estudios de emisiones radioeléctricas, no la requiriese al cambiar la necesidad de título habilitante por la de una simple notificación.
- El artículo 2 del Capítulo 1 del Real Decreto-1066 define el ámbito de aplicación del Reglamento, el cual se aplica a las emisiones que sean producidas por estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones. En este sentido las redes de telecomunicaciones bajo el estándar Wi-Fi hacen uso de puntos de acceso radio que son claramente estaciones radioeléctricas tal y como define el mencionado artículo 2.

2.9.3.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

- La tecnología Wi-Fi en España se rige en materia de frecuencias y uso del espectro electromagnético por lo que marca el CNAF y las normas de Utilización Nacional UN-85 y UN-128.
- La Orden-CTE/23/2002 tipifica las estaciones radioeléctricas según el terreno en el que se encuentran ubicadas, su P.I.R.E. y sus características con respecto a la presencia habitual o no de personas. En el caso de tecnología Wi-Fi estaremos hablando de estaciones tipo ER2, ER4 o ER5 (denominación para el resto de estaciones no contempladas en la Orden); nunca ER1 o ER3 salvo incumplimiento de legalidad en vigor.
- Si se realizan los cálculos correspondientes para establecer la distancia de seguridad que determina un perímetro de protección nos podemos encontrar valores que oscilaran entre los 3 y los 15 cm. que perfectamente delimitan el alcance del problema en aquellas instalaciones que cumplen con la normativas técnicas vigentes.
- Es importante mencionar que se está produciendo un despliegue desordenado de infraestructuras con el fin de sacar ventajas técnico/económicas por las cuales se están sobrepasando los niveles de P.I.R.E. máxima admitida, con el consiguiente aumento de los niveles de emisiones radioeléctricas.



2.9.3.3 Wi-Fi EN LOS HOSPITALES

La instalación de redes inalámbricas en centros de salud y hospitales se ha convertido en una importante área de actividad por la cantidad de aplicaciones que se están desarrollando. Cada vez más, se considera su capacidad para facilitar el acceso, desde cualquier punto, a recursos de diagnóstico o conocimiento especializado, y están introduciendo aplicaciones más versátiles y flexibles en el diagnóstico médico y en el tratamiento y atención al paciente. En definitiva, la utilización de sistemas inalámbricos integrados para aplicaciones clínicas en el recinto hospitalario, supone un funcionamiento más eficiente, efectivo y competitivo del sistema sanitario, al dotarle de una mayor flexibilidad y movilidad en la monitorización de los pacientes, de un seguimiento continuo de sus patologías y de una reducción de los costes de atención a los mismos.

En los últimos años ha habido un notable incremento de la demanda de estos sistemas. Junto con el crecimiento de estas aplicaciones, ha crecido también la preocupación sobre las posibles interferencias producidas por otros sistemas de radiocomunicaciones. Por ejemplo, en febrero de 1998, ocurrió un incidente en el Centro Médico Baylor de Dallas, Texas, en el que el 50% del sistema de telemetría se bloqueó por la interferencia causada por una estación de televisión local en pruebas de TV de alta definición. Estos incidentes, entre otros, ponen de manifiesto la necesidad de una cuidadosa asignación de la banda de frecuencias de telemetría médica para minimizar los posibles riesgos que estas interferencias puedan causar en la atención sanitaria.

La utilización de nuevos sistemas inalámbricos de telemetría médica en las bandas de frecuencias asignadas, deberían llevar asociados un proyecto técnico detallado de los posibles efectos o riesgos sobre emisiones radioeléctricas y la garantía de compatibilidad electromagnética entre el equipamiento utilizado y las redes desplegadas, a fin de evitar potenciales riesgos en la atención y tratamiento del paciente.

Por lo tanto, la potencial aplicación y despliegue de redes inalámbricas basadas en esta tecnología Wi-Fi, se utiliza en los centros de salud y hospitales, tanto como parte de sus propias redes corporativas de comunicación, como soporte de aplicaciones y desarrollos específicos de telemedicina.

En este contexto, las siguientes recomendaciones afectan a su despliegue:

- Las bandas de frecuencias de los servicios asignados a aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM) se encuentran entre 2403-2500 MHz y 5725-5875 MHz.
- El creciente aumento de equipamiento e instrumentación, cada día más complejo y sofisticado, exige de un despliegue cuidadoso y un



proyecto técnico que analice la incompatibilidad entre equipamiento y que redunde en beneficio de la atención sanitaria.

- Demanda o exigencia de seguridad en el despliegue de esta tecnología, por posibles efectos sobre la salud de los pacientes ante las emisiones radioeléctricas, por interferencias con otros sistemas de análisis y diagnóstico y por posible interferencia con instrumentación médica.

Ante lo anterior se deduce la extraordinaria importancia de una actividad que podría denominarse “*Gestión de frecuencias en entornos hospitalarios*” y que, debido a los aspectos técnicos implicados, exigiría la necesidad del técnico competente para su realización.



2.10 INFRAESTRUCTURAS COMUNES TELECOMUNICACIÓN (ICT)

Las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT) permiten llevar a los ciudadanos los servicios de telecomunicaciones en el interior de los edificios de forma compartida, con la perspectiva de libre competencia, en igualdad de condiciones para los operadores y proveedores de los servicios y en unas condiciones de calidad aseguradas y medibles. Las ICT viene reguladas por:

NORMATIVA SOBRE INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIÓN
Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación
Real Decreto Ley 401/2003, de 4 de abril de 2003, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.
ORDEN CTE/1296/2003, de 14 de mayo de 2003, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, aprobado por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

La normativa recoge los requisitos mínimos que son de obligada incorporación en los edificios en lo que respecta a infraestructuras de telecomunicación. Sin embargo, se trata de una normativa claramente abierta a la incorporación de nuevos servicios de telecomunicaciones y, por tanto, a los posibles servicios y aplicaciones que la tecnología Wi-Fi pueda proporcionar. Nos hemos permitido aquí extraer algunos párrafos del Real Decreto 401/2003 que creemos de interés:

En la introducción del mismo se puede leer... *Algunos de estos servicios exigen para su provisión a los ciudadanos la actualización y perfeccionamiento de la normativa técnica reguladora de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios.*

En este marco, este reglamento tiene como objeto garantizar el derecho de los ciudadanos a acceder a las diferentes ofertas de nuevos servicios de telecomunicaciones, eliminando los obstáculos que les impidan poder contratar libremente los servicios de telecomunicaciones que deseen, así como garantizar una competencia efectiva entre los operadores, asegurando que disponen de igualdad de oportunidades para hacer llegar sus servicios hasta las viviendas de sus clientes.



En su Artículo 2 habla de:....*Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones que se pretendan prestar por infraestructuras diferentes a las utilizadas para el acceso a los servicios contemplados en el apartado b) anterior, en adelante y a los solos efectos del presente reglamento, servicios de telecomunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.*

En el Capítulo II Artículo 5 dice:....*Los operadores de los servicios de telecomunicaciones de banda ancha procederán a la retirada del cableado y demás elementos que, discurriendo por una infraestructura, hubieran instalado, en su día, para dar servicio a un abonado cuando concluya, por cualquier causa, el correspondiente contrato de abono....*

En el ANEXO III, Norma técnica de la infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha, se especifica que: *El objeto de esta norma técnica es establecer las características técnicas mínimas que deberá cumplir la infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) destinada a proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones.*

De estos párrafos se desprende claramente cómo esta reglamentación es válida para permitir la entrada de nuevos servicios de telecomunicación en el interior de los edificios. Las ICTs por otro lado, están demostrando ser una excelente forma de establecer un despliegue ordenado de infraestructuras y con conceptos de calidad y sostenibilidad que son imprescindibles en el despliegue de redes de telecomunicación.

Por todos estos motivos, se plantea la conveniencia de incorporar el despliegue de redes inalámbricas Wi-Fi dentro del actual proyecto de ICT. Al igual que en el proyecto actual se planifica la ICT para permitir el posterior despliegue de la TDT, de la misma manera se debería planificar la posible y/o futura incorporación de redes inalámbricas que permitieran el acceso a servicios avanzados de telecomunicación en los hogares: dimensionado y tipo de canalizaciones, posiciones y espacios para incorporación de puntos de accesos y otros elementos de red.



CAPÍTULO III: APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA Wi-Fi

Originalmente las redes WLAN fueron diseñadas para su empleo en redes empresariales. En este tipo de aplicaciones una red WLAN, compuesta por varios puntos de acceso, se conecta a una red cableada que permite acceder a todos los servicios disponibles en la empresa. En la actualidad, las redes WLAN han encontrado una gran variedad de nuevos escenarios de aplicación, tanto en el ámbito residencial como en entornos públicos.

3.1 ESCENARIOS POSIBLES

Un análisis de los potenciales usos y aplicaciones de la tecnología Wi-Fi demuestra la dificultad de estructurar los escenarios sobre los que se está implantando. No obstante, consideraremos los siguientes escenarios:

- **Escenario Residencial:** Una línea telefónica terminada en un router ADSL al cual se conecta un AP para formar una red WLAN que ofrece cobertura a varios ordenadores en el hogar. Una variable de este escenario sería el de comunidades de propietarios de viviendas que acuerdan compartir un acceso común.
- **Redes Corporativas:** Una serie de puntos de acceso distribuidos en varias áreas de la empresa conforman una red WLAN autónoma o complementan a una LAN cableada. Son aplicaciones de alta densidad de tráfico con altas exigencias de seguridad.
- **Usos industriales:** Dentro del uso corporativo, existen diversas aplicaciones especialmente potenciadas por los sistemas Wi-Fi, utilizados en régimen de autoprestación: gestión de almacenes, telecontrol y seguimiento, comunicaciones vocales internas, aplicaciones de video,
- **Acceso público a Internet** desde cafeterías, tiendas,.... En estos establecimientos se ofrece a los clientes una tarjeta inalámbrica (NIC) que permiten acceso a Internet desde sus propios portátiles. Es un escenario de acceso, involucrando un bajo número de puntos de acceso, parecido al residencial, pero que necesita mayores funcionalidades en el núcleo de red.
- **Acceso público de banda ancha** en pequeños pueblos, hoteles, campus universitarios, En general, este escenario necesita múltiples puntos de acceso para garantizar la cobertura del área considerada. Este escenario podría incluir zonas geográficas mayores hasta llegar a lo que algunos han denominado "*hot cities*". El acceso se construye, mayoritariamente, a través de nodos 802.11b/g estructurados jerárquicamente y mediante una cuidadosa planificación de frecuencias de forma que exista el menor solape entre ellas y, por tanto, la menor pérdida de ancho de banda. En el caso de grandes coberturas y/o altas



densidades de usuarios, sería preciso establecer redes de distribución, bien mediante conexión de las propias celdas, bien mediante enlaces dedicados 802.11 a/b/g.

• **Comunicaciones internas de medios públicos de transporte.** El transporte, tanto ferroviario como en carretera, está siendo un sector impulsor y beneficiario de los sistemas WLAN. En España existen proyectos muy significativos en este campo, como es el proyecto TEBATREN (Telecomunicaciones de banda ancha para trenes) de Metro de Madrid.

A su vez y dentro de estos escenarios, es necesario distinguir entre las redes sin ánimo de lucro (redes libres) que ofrecen un servicio gratuito a una comunidad y las redes que ofrecen servicios de pago a clientes que residen o transitan por la zona de cobertura. Entre estos servicios de pago citaremos por su importancia:

• **WLAN para cobertura de "Hot-spots"** (escenario público). Estas redes cubren áreas donde se concentra un gran número de usuarios de alto tráfico como son aeropuertos, estaciones de ferrocarril, centros de congresos,...La red a instalar requiere un elevado número de puntos de acceso, así como importantes exigencias de seguridad, gestión de red y facilidades de facturación. Representan el mayor número tanto por cantidad de puntos de acceso, como de usuarios como de volumen de negocio generado.

• **Acceso a Internet desde medios públicos de transporte.** En los últimos meses se está convirtiendo en un tema de actualidad que compañías ferroviarias ofrezcan acceso de banda ancha desde sus trenes, o compañías aéreas que ofrecen acceso a Internet en sus vuelos intercontinentales o diversas ciudades que disponen de taxis que incorporan una pantalla integrada en el asiento que permite acceder a Internet de banda ancha.

En el caso de la compañía aérea Lufthansa, la solución está basada en un acceso Wi-Fi en el interior del avión que termina un enlace vía satélite con la red Internet. En las otras dos aplicaciones, Wi-Fi forma parte tanto de la red de acceso, en el interior del vehículo, como de la solución de transporte hacia la red fija. En España, RENFE está ensayando soluciones en el mismo sentido.

Las primeras aplicaciones públicas de WLAN se instalaron en campus universitarios y eran del tipo "redes libres" sin ánimo de lucro. Este concepto se ha extendido a la oferta de servicios en pueblos o pequeñas ciudades gestionados directamente desde sus ayuntamientos. En España hay múltiples ejemplos de redes libres siendo el corredor del Henares (Alcalá-Guadalajara) la zona con mayor profusión de puntos de acceso.

Cuando las redes públicas son de pago por servicios, suele haber un operador de telecomunicaciones detrás de su gestión. Un operador establecido,



especialmente si es móvil, dispone de gran parte de la infraestructura necesaria para ofrecer un servicio de amplia cobertura.

Actualmente existen varios tipos de operadores actuando en el sector WLAN:

- Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura local de banda ancha en pueblos o en pequeñas ciudades utilizando WLAN. Este servicio está bastante extendido en USA.
- Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura nacional (por ejemplo, Wayport, MobileStar,...) en los puntos de alta densidad de tráfico conocidos como "Hot-spots" (aeropuertos, estaciones, hoteles,...) utilizando redes WLAN.
- Operadores móviles que complementan su oferta de movilidad global con cobertura WLAN en "Hot-spots". Esta actuación es debida a dos factores: de un lado, evitar que los operadores WLAN anteriores, que ofrecen la cobertura de "Hot-spots" a nivel nacional, capten un porcentaje importante del mercado de servicios de UMTS. De otro lado, capitalizar su infraestructura de red dado que ya poseen muchos activos necesarios para las redes WLAN tales como plataformas de autenticación, de gestión de red, de servicio y de facturación.

La tabla 6 que se muestra a continuación intenta estructurar mínimamente los posibles escenarios y las situaciones más comunes:

TIPO DE ESCENARIO	CARÁCTER			ACCESO		MODALIDAD	
	Público	Privado	Mixto	Libre	Condicional	Gratuito	Pago
Entorno residencial particular		X			X	X	
Entorno residencial comunitario			X		X		X
Redes corporativas		X			X	X	
Acceso público a Internet			X	X		X	
Acceso público banda ancha: Hot-spot/Hot city	X				X		X
Aplicaciones redes IP		X			X	X	
Redes de titularidad pública	X			X		X	
Redes libres inalámbricas	X			X		X	

Tabla 6: Clasificación de escenarios comunes WLAN
(FUENTE: Elaboración propia)

En España, y a fecha de hoy, hay muchas experiencias de aplicación de la tecnología Wi-Fi. Por su tamaño, importancia y volumen de negocio asociado se van a describir algunas de ellas.



3.2 CASOS DE HOT SPOTS

3.2.1.- AENA

Si existe un lugar donde puede darse cita un elevado número de personas obligadas a estar permanentemente conectados con su oficina, es la sala de espera de un aeropuerto internacional. Así lo ha detectado AENA (Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea) que sacó a concurso el mes de noviembre de 2003 la mayor concesión de tecnología Wi-Fi que ha habido hasta la fecha en España. El objetivo de los operadores que se han presentado a este concurso es hacerse con el contrato licitado por AENA para dar servicio de acceso inalámbrico a Internet en los aeropuertos de Madrid y Barcelona.

Los centros han sido elegidos por la profusión de viajeros -55 millones el año pasado pasaron por las instalaciones madrileña y barcelonesa- y por el perfil de los visitantes, muchos de ellos en viajes profesionales y con necesidades de conexión.

El criterio principal en el que AENA basará su elección es el canon que la futura concesionaria está dispuesta a pagar al ente público. Las operadoras harán un desembolso fijo al mes y otro variable en función de los ingresos que obtengan. Según las bases del concurso, el canon de explotación ideal será aquel que, optimizando los ingresos para AENA, permita un precio más ventajoso para el cliente, no represente peligro para la viabilidad económica de la concesión y represente un servicio de calidad.

(www.aena.es)

3.2.2.- Caso cadena de hoteles NH

La cadena de hoteles NH ha decidido implantar un sistema de acceso a Internet basado en tecnología Wi-Fi que permitirá a los clientes la conexión a Internet de forma inalámbrica en la totalidad de las zonas de hoteles.

El proyecto ha sido llevado a cabo en colaboración con la empresa Brokers Orion Hoteles (BOH) encargada del desarrollo e integración de las soluciones y con la que comparte el modelo de negocio, tanto a la hora de la inversión como en el reparto de beneficios. En un plano tecnológico, el proveedor elegido ha sido 3Com, proporcionando las antenas-tarjetas que se distribuirán a los clientes como los puntos de accesos con los que se ofrecerá cobertura global. Por su parte, es Cisco Systems el fabricante que aporta las soluciones de conmutación.

El despliegue se inició en el año 2003 y existen actualmente 95 hoteles que prestan este tipo de servicio.



3.2.3.- Caso la Universidad de Twente

La Universidad de Twente, en Holanda, ha inaugurado recientemente un gran centro de conexión inalámbrica a Internet. Se trata del mayor de Europa, ya que cubre unas 140 hectáreas de superficie dotadas con 650 puntos de acceso. La red dará soporte a más de 6.000 estudiantes y 2.500 empleados del campus. La instalación de la red se ha realizado con tecnología IBM y Cisco Systems. La mayor parte de los equipos se basan en el estándar 802.11b, aunque algunas partes funcionan con el nuevo 802.11a, mucho más rápido que su antecesor. Los estudiantes de primer curso cuentan con un ordenador portátil con conexión inalámbrica y pueden utilizar software CAD avanzado, enviar imágenes,

El proyecto se inició hace dos años, como parte de la iniciativa Wireless Campus, que también ha utilizado WAP y GPRS y en el futuro desean incorporar UMTS.

La Universidad de Twente es uno de los centros álgidos de Holanda en cuanto a uso de Internet, hasta el punto de acoger una importante conferencia-festival de hacking denominada "Hackers at Large". El centro también es el punto de referencia de un proyecto europeo denominado Mobil Health, que une las comunicaciones vía móvil con el control sanitario, con el fin de permitir a los pacientes llevar una vida normal bajo una supervisión médica continuada.

3.2.4.- Caso la ciudad de Zamora

Es, sin lugar a dudas, uno de los casos más emblemáticos de la utilización novedosa de una tecnología y, recientemente, también de los más controvertidos debido a la incertidumbre sobre la viabilidad final del modelo. Frente al concepto "Hot-spots", Zamora representa una experiencia de "hot city".

En septiembre de 2001, una empresa española, WSN (Wireless and Satellite Networks) aprueba un plan de negocio para la cobertura total de una ciudad con tecnología Wi-Fi (IEEE 802.11b). En enero 2002, WSN llegó a un acuerdo con las autoridades locales de Zamora para lanzar en esta ciudad la primera red Wi-Fi con cobertura metropolitana del mundo y el 22 de septiembre de 2002 WSN lanzó comercialmente el servicio, bajo su marca comercial, AFITEL.

La "Zamora Wireless Party", celebrada los días 21-22 de septiembre de 2003, confirmó el lanzamiento del servicio AFITEL en Zamora y situó a WSN como el primer operador de una "hot city" conectada por Wi-Fi en el mundo. WSN obtuvo el 2 de Junio de 2003 en Washington el *Computerworld Honors Program's 21st Century Achievement Awards*.



En cuanto a las incertidumbres de la viabilidad de este tipo de modelo (viabilidad económica, garantía de calidad de servicio, ...) aún no se han despejado. Es más, últimas noticias aparecidas en prensa, hablan de fracaso. La Junta de Castilla y León no ha permitido su réplica en programas con subvenciones o ayudas públicas hasta tener la garantía dada por otras tecnologías maduras (cable, satélite, ...).

La tabla muestra una comparativa para distintas tecnologías de acceso y la ventaja que podría ofrecer este tipo de redes con un adecuado plan de negocio y despliegue de red basada en proyectos técnicos.

Fuente: AUI. Ofertas en Madrid

Tecnología de acceso	Precio	Velocidad de transmisión	Movilidad
GPRS	60€/mes (50MB) + 2,1€/Mbyte adicional	56kbps	SI
ADSL	39€ - 160€/mes	256kbps - 2Mbps	NO
RDSI	21€ - 30€/mes	64kbps	NO
Cable	33€ - 79€/mes	128 - 600kbps	NO
Módem/RTC tarifa plana	19€ - 24€/mes	56kbps	NO
WiFi de AFITEL	9,90€/mes	128kbps - 1Mbps	SI

Tabla 7: Comparativa de precios para distinta oferta en tecnologías de acceso
(FUENTE: AUI Ofertas en Madrid)

3.3 CASOS DE DESPLIEGUES EN ZONAS DEFICITARIAS EN ACCESO

En general, responden al esquema de despliegues localizados en ciertas áreas (colegios, bibliotecas, centros culturales,...) o en ámbitos completos (municipios) con imposibilidad de acceso de banda ancha. El modelo se sustenta en base a iniciativas públicas o mixtas con empresas privadas, principalmente, operadores o proveedores de servicios.

3.3.1.- Caso de Castilla-La Mancha

Consiste en un modelo híbrido, empresa privada (operador) con ayudas públicas (Junta de Castilla-La Mancha). El objetivo se centra en municipios donde no se espera un despliegue de ADSL o similares a medio plazo, estando el programa abierto a cualquier operador. El operador más activo, Telecom Castilla-La Mancha, cuenta actualmente con más de 150 municipios conectados mediante enlaces a través de satélite con una cobertura local Wi-Fi superior al 80% de la población por término medio, constituyendo uno de los casos más



relevantes de Europa tanto por alcance y ámbito, como en la propia cobertura. El diseño y despliegue de la red, realizado por InfoGLOBAL, ha tenido en cuenta los criterios de calidad de servicio y necesidades del operador (sistemas de cobro, facturación, telecontrol, monitorización, ...).

El modelo satélite-Wi-Fi está siendo utilizado por diversos operadores e instituciones en distintos ámbitos, tanto en España como en Europa. Por ejemplo, otros operadores como Aramiska (www.aramiska.com) y Neo-Sky (<http://www.astel.es/asociados/neosky.html>) disponen de despliegues siguiendo esta arquitectura.

3.3.2.- RED.ES

Responde al modelo público en su totalidad, es decir, se realiza el despliegue y la provisión de servicios con fondos públicos. En una primera fase, su ámbito está localizado a colegios y centros públicos de acceso a Internet en entornos rurales, donde no es esperable un despliegue alternativo de banda ancha a medio plazo. El operador proveedor del servicio de transporte (realizado por satélite) es Telefónica, aunque este hecho es transparente al usuario, dado que el proveedor final del servicio es, teóricamente, **Red.es**.

El modelo, siendo sólido en financiación, plantea serias dudas e incertidumbres, principalmente por el hecho de no ser abierto a los operadores y no poder competir éstos donde **Red.es** realice despliegues, aunque sean en un ámbito limitado (colegios, centros públicos, ...) dado que dichos puntos son los principales generadores de demanda. Por otra parte, **Red.es** está actuando más como un centro de costes, esto es, optimizando el coste del despliegue que como un centro de inversión, optimizando la relación prestaciones/coste. Este hecho no facilita la inversión en innovación, especialmente en el tejido industrial español, dado que se tiende a soluciones de mínimo coste actual sin tener en cuenta el efecto penalizador de mínima rentabilidad futura.

Como conclusión, los sistemas Wi-Fi (especialmente satélite+Wi-Fi) pueden resultar adecuados para despliegues localizados o generales en entornos rurales. El ensayo actual es doble: por un lado, la adecuación de la tecnología para proporcionar la garantía de calidad de servicio y, por otro, el modelo de financiación. Asumiendo que, por las características del entorno rural, es prácticamente imposible esperar un modelo de inversión totalmente privada, tampoco se ha demostrado que el modelo de inversión pública produzca los resultados deseados, pudiendo llegar a ser, además, muy contraproducente a largo plazo. Es razonable pensar en modelos de financiación mixta, con ayudas públicas a operadores y proveedores en régimen de libre competencia, siendo el usuario quien decide finalmente al operador más adecuado. En cualquier caso, los sistemas Wi-Fi están posibilitando el ensayo de estos modelos en entornos rurales cuando antes eran todos directamente inviables.



3.4 CASOS EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE Y SERVICIOS CIUDADANOS

En Estados Unidos, las tecnologías Wi-Fi de última generación, se están convirtiendo en uno de los ingredientes principales de las nuevas arquitecturas de servicios de telecomunicación esenciales para otros servicios públicos: redes de emergencias, ambulancias, policía, transporte público, La movilidad y la banda ancha son los dos factores clave.

3.4.1.- Caso de Metro de Madrid

Metro de Madrid es una referencia internacional en múltiples aspectos relacionados con el uso de tecnologías avanzadas para la prestación de servicios, en este caso, el transporte de viajeros. En el año 2001 comenzó a desarrollar los primeros prototipos de comunicación tren-tierra, especialmente para el soporte de video digitalizado, en los que los requerimientos de banda ancha y movilidad son fundamentales.

Actualmente, los sistemas Wi-Fi son una parte de un sistema que incorpora notables avances tecnológicos tanto en la parte radio (conversiones de frecuencia, utilización de cables radiantes, combinaciones con otros servicios como Tetra o GSM, ...) como a nivel de redes IP (seguridad, calidad de servicio, agregación de anchos de banda, sistemas de balanceo de carga, redundancias, ...). Durante el año 2004 entrará en servicio la Línea 8 (Nuevos Ministerios-Aeropuerto) con la comunicación integral de banda ancha tren-tierra y el acceso a los sistemas de información desde terminales móviles (PDAs, TabletPC, ...) del personal de operación, mantenimiento y seguridad. Es decir, no solamente estará conectado el tren de forma permanente a nivel multiservicio (datos, voz e imagen) sino que extiende el concepto de movilidad a nivel del propio personal de servicio. Estas funcionalidades lo convierten en una de las primeras referencias mundiales. En el proyecto participan empresas españolas como InfoGLOBAL, Sico-Software, Grupo Albatros y multinacionales como Cisco.



CAPÍTULO IV: ASPECTOS DE MERCADO DE Wi-Fi

Como hemos visto en capítulos anteriores, la tecnología Wi-Fi ha encontrado campos de aplicación muy diversos: desde entornos particulares a grandes redes con intención de cubrir ciudades, desde aplicaciones totalmente privadas a otras con un marcado carácter público. Asimismo, Wi-Fi se ha encontrado en un ambiente globalizado, liberalizado, competitivo y poco regulado.

Una de las conclusiones de todo lo anterior es que el mercado está muy desfragmentado y es difícil contrastar datos y ponerlos todos en común con el fin de tener una buena foto de la situación actual del mercado Wi-Fi y su evolución para los próximos años.

4.1 LAS ESTIMACIONES DE LAS CONSULTORAS

Entre las predicciones tecnológicas para 2004, todas las grandes consultoras coinciden en señalar el desarrollo de las tecnologías Wi-Fi como una de las que presentan mayor potencial de crecimiento. Las ventas de aparatos con conexión inalámbrica se incrementarán gracias a factores como la extensión de los estándares, el aumento de la interoperabilidad, la creciente demanda de aparatos portátiles o la aparición de nuevas aplicaciones.

Por el lado de la oferta, la intensa competencia en un mercado en el que todavía no existen claros dominadores conduce a un progresivo abaratamiento de los precios. Según las estimaciones de Aberdeen, durante 2002 se vendieron 20 millones de chips Wi-Fi, con un crecimiento del 290% sobre 2001. El precio medio del chip se redujo de 43 dólares en 2001 a 20 dólares en 2002. Por su parte, la instalación de una red inalámbrica en el hogar podría abarataarse en un año desde los 220 a 250 dólares que cuesta en la actualidad, hasta los 100 dólares.

Por lo que se refiere a la distribución de las aplicaciones Wi-Fi, Aberdeen estima que los ordenadores personales (portátiles y de sobremesa) será el principal destino de las mismas, pero no desestima el impacto que tendrán en teléfonos móviles y PDAs.

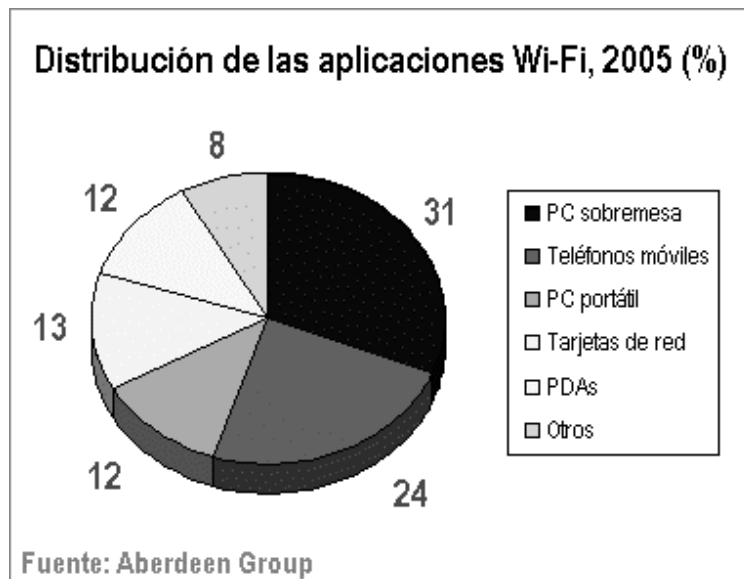


Figura 12: Distribución de las aplicaciones Wi-Fi
(FUENTE: Aberdeen Group)

Como muestra de las grandes expectativas que se están generando en torno al estándar Wi-Fi, pueden citarse iniciativas como el proyecto [Cometa Networks](#) en los Estados Unidos, una alianza constituida por IBM, Intel, AT&T y otros, que pretende extender una red de acceso inalámbrico, con 20.000 puntos de acceso en los principales 50 núcleos metropolitanos del país, y que debería comenzar a ser operativa en 2004. Basándose en la tecnología Wi-Fi, el objetivo de Cometa Networks es posibilitar que empresas de telecomunicaciones, ISPs y operadoras inalámbricas y de cable puedan ofrecer a sus clientes acceso inalámbrico y de banda ancha a Internet desde su red de puntos de acceso.

Según un informe de la consultora y analista de mercados Pyramid Research, fechado en julio de 2003, en la actualidad, alrededor de 50 millones de usuarios utilizan soluciones Wi-Fi a nivel mundial, y en cinco años se prevé que esta cifra crezca de forma exponencial. El número de usuarios llegará a los 700 millones para 2008.

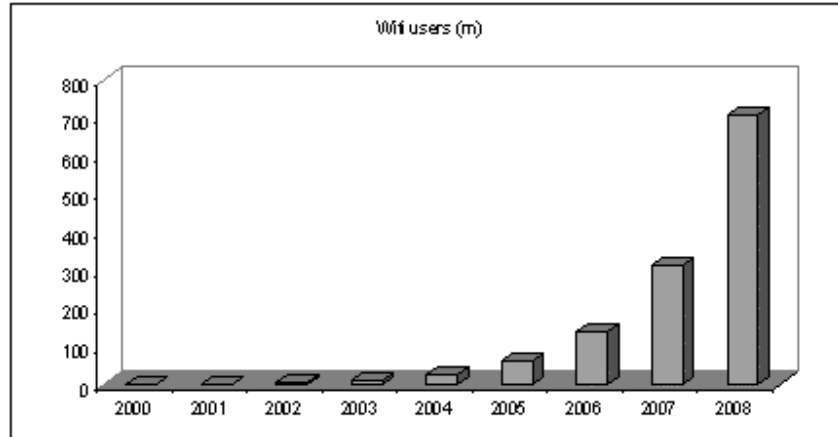


Figura 13: Estimación del número global de usuarios Wi-Fi, 2000-2008
(FUENTE: Pyramid Research)

Sin embargo, el rápido crecimiento de usuarios vendrá aparejado con una rápida erosión de los precios. El ingreso medio por cliente caerá de \$30 por mes en el año 2003 a \$3 por mes en 2008.

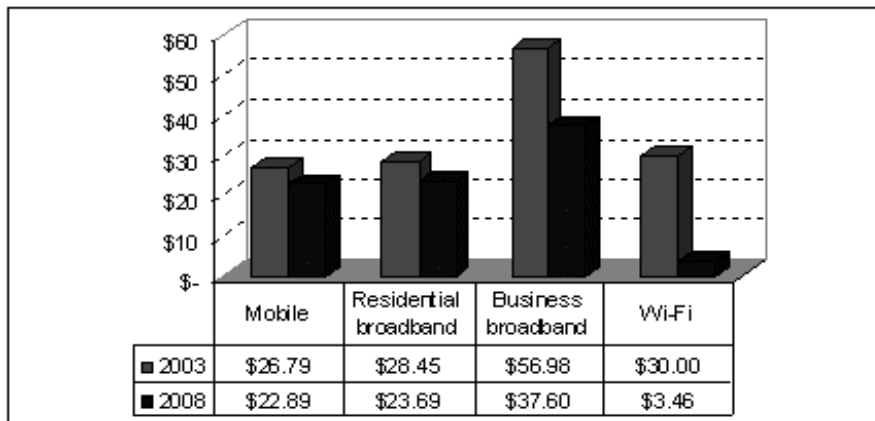


Figura 14: Ingreso medio por cliente (en US \$)
(FUENTE: Pyramid Research)

Del mismo modo, otro prestigioso analista de mercados, Gartner Inc., prevé, refiriéndose al mercado y aplicaciones de uso público, que este año se alcancen los 71.000 puntos de acceso Wi-Fi en todo el mundo, frente a los 14.800 que hubo en el 2002 y los 1.200 del 2001. Según esta última consultora, el número de puntos de acceso Wi-Fi en todo el mundo se doblará antes del 2005.

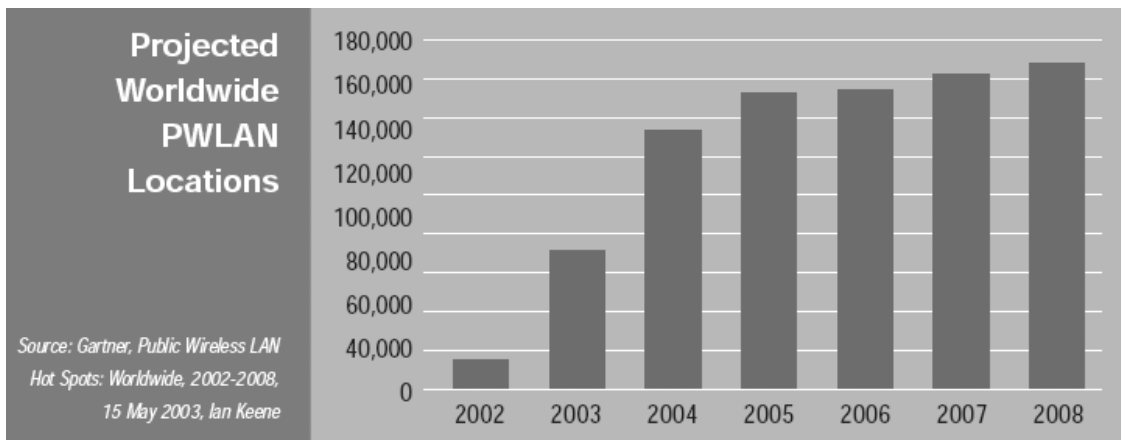


Figura 15: Previsiones de puntos de acceso
(FUENTE: Gartner Inc.)

Estimated Hotspots Worldwide By Location Type

	2001	2002	2003	2004	2005
Airports	85	152	292	378	423
Hotels	569	2.274	11.687	22.021	23.663
Retail outlets	474	11.109	50.287	82.149	85.567
Enterprise guest areas	84	624	1.762	3.708	5.413
Stations & ports	0	88	623	2.143	3.887
Community hotspots	2	266	5.637	20.561	30.659
Other	0	240	790	1.526	2.156
Totals	1.214	14.753	71.078	132.486	151.768

Source: Gartner Public Wireless LAN Hot Spots

Tabla 8: Distribución de Hot-spots por aplicación
(FUENTE: Gartner Inc.)

WLAN Hotspot Users Worldwide (Millions)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
North America	1.6	4.7	13.1	17.5	20.3	21.5	22.6
Europe	0.2	1.7	7	12.3	15.7	18.2	20.3
Asia/Pacific	0.6	2.7	9.8	16.6	21.6	25.6	28.6
Rest Of World	0.1	0.2	0.7	2.2	2.8	3.2	3.8
Total	2.5	9.3	30.5	48.5	60.4	68.5	75.3

Source: Gartner Public Wireless LAN Hot Spots

Tabla 9: Distribución de Hot-spots por continentes
(FUENTE: Gartner Inc.)

De los comentarios y tablas anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:



- El crecimiento general del mercado Wi-Fi es enorme.
- La explosión de las aplicaciones privadas frente a las públicas.
- El mercado Europeo representa entre un 20 y un 25% del total.
- El mercado Norteamericano representa hoy en día, más del 50% del total, tanto en número de usuarios como de puntos de acceso.

TIPO DE APLICACIÓN	MILLONES USUARIOS		Factor crecimiento
	2003	2008	
PRIVADAS PARTICULARES	8	385	48,1
PRIVADAS EMPRESARIALES	32	240	7,5
PUBLICAS	10	75	7,5
TOTAL	50	700	14,0

Tabla 10: Previsión de usuarios Wi-Fi para 2008
(FUENTE: Elaboración propia)

Sin embargo, otros analistas como Forward Concepts son bastante más críticos y afirman que la industria de redes inalámbricas podría estar abocada a una explosión de la burbuja similar a la que sufrieron los negocios puntocom, a menos que el mercado acepte ampliamente esta tecnología. Considera que aunque el número de puntos de acceso inalámbricos o "*Hot-spots*" crece día a día, sólo algunas de estas instalaciones serán rentables.

El informe, denominado "Oportunidades de los puntos de acceso Wi-Fi: explotando el nuevo fenómeno", afirma que en muchos casos las tecnologías que se han "reinventado", como ha ocurrido con Internet, han obtenido un gran éxito por su masiva adopción por parte de los usuarios de a pie. Sin embargo, en el caso de los *Hot-spots* "*el problema radica en los propios proveedores de estos puntos de acceso, que generalmente son pequeños, con una sola ubicación física y unidos de forma franquiciada a un agregador de puntos de acceso o a un desarrollador de la plataforma*".

Según esta consultora, a menos que los *Hot-spots* logren un nivel de entusiasmo entre los usuarios similar al que tiene el uso de Internet, ocurrirá lo mismo que con el comercio electrónico, que no ha obtenido la aceptación esperada por el mercado. De momento, según Forward Concepts, el entusiasmo existe, y en 2003 se alcanzará un total de 46.000 nuevos *Hot-spots* en Estados Unidos. Pero en 2004 habrá una drástica caída en estas cifras, mientras la industria trata de buscar las aplicaciones, contenidos y diseños de terminales apropiados para la capacidad existente.

Por último y según Telenium, en 2004 las operadoras potenciarán nuevos servicios de telefonía IP y VPN, a pesar de mantener una política de inversiones conservadora. Asimismo, en el estudio se advierte que dentro del mercado empresarial, serán los servicios de telefonía IP y las VPNs los que mayores crecimientos experimenten. Respecto a la telefonía IP, que ha sido uno de los



ámbitos que ha consolidado su presencia en el mercado a lo largo del pasado año, Telenium prevé que en 2006 el número de líneas de VoIP supere al de nuevas líneas conmutadas. Del mismo modo, asegura que a lo largo de 2004 verán la luz aplicaciones de nueva generación para esta modalidad de telefonía que permitirán poner en marcha servicios hasta ahora inviables con la telefonía tradicional.

Por otro lado, y haciendo referencia a las comunicaciones inalámbricas, se advierte que Wi-Fi se erigirá como una de las tecnologías más fuerte, alternativa que generará un volumen de negocio de unos 1.589 millones de euros durante el presente año. Según esto, en el estudio se señala que serán las redes WLAN privadas o semiprivadas, tales como las de ayuntamientos o universidades, las que registren un mayor aumento, el cual vendrá favorecido por la calidad de servicio y la seguridad .

4.2 ESTUDIO DE MERCADO DE REDES Wi-Fi EN ESPAÑA

Teniendo en cuenta la información proporcionada en apartados anteriores y la existencia en Internet de numerosos localizadores de redes PWLAN (“*Public Wireless Local Area Networks*”) o *Hot-spots*, que permiten conocer el número de los mismos y el servicio que ofrecen, podemos realizar las siguientes consideraciones:

- En el año 2003 ha habido 50 millones de usuarios Wi-Fi de los cuales 10 millones corresponden a redes públicas, tipo *Hot-spot*.
- En el año 2003 se ha constatado la existencia de 71.000 *Hot-spot* a nivel mundial.
- De la información contenida en los “*Hot-spots locator*” concluimos que España representa el 1,15% de los *Hot-spots* a nivel mundial.
- Las redes particulares representan en el 2003 entre el 15% y el 20% frente a las redes públicas y corporativas.
- De la información correspondiente a usuarios y *hot-spot* podemos extrapolar el número de usuarios por *hot-spot* o por red para diversos tipos de red Y permite realizar la siguiente tabla:

TIPO DE APLICACIÓN	REDES Wi-Fi. 2003		Factor crecimiento	2008 España
	Mundo	España		
REDES PRIVADAS PARTICULARES	38.750	581	14,8	8.578
REDES CORPORATIVAS	84.000	1.260	2,3	2.898
REDES PÚBLICAS	71.000	1.065	2,3	2.450
TOTAL	193.750	2.906	4,3	12.478

Tabla 11: Previsión redes Wi-Fi para 2008
(FUENTE:Elaboración propia)

Esta tabla nos indica que el número de redes Wi-Fi previsiblemente existentes en España a finales de 2003 es cercana a 3.000 y que alcanzaría una cifra por encima de los 12.000 en el año 2008.

Las redes privadas particulares estarán formadas, en prácticamente el 100% de los casos, por un único punto de acceso, mientras que este número será variable para las redes corporativas y públicas, estimando que 3 puntos de acceso por red es un valor medio contrastado a nivel mundial y en el momento actual. Con estas últimas consideraciones estaríamos hablando de que España puede contar en el año 2008 con cerca de 25.000 puntos de acceso.

Sí parece esta cifra lo suficientemente importante como para justificar unos trabajos profesionales que garanticen un despliegue ordenado de todas estas infraestructuras de telecomunicaciones.

4.3 OFERTAS DE SERVICIO PUBLICO Wi-Fi

Veamos brevemente en este apartado, cuáles son los operadores que ofrecen servicio público utilizando Wi-Fi como tecnología de acceso y los actores implicados en este tipo de servicio.

La siguiente figura muestra el conjunto de personas/organizaciones que intervienen en el proceso:

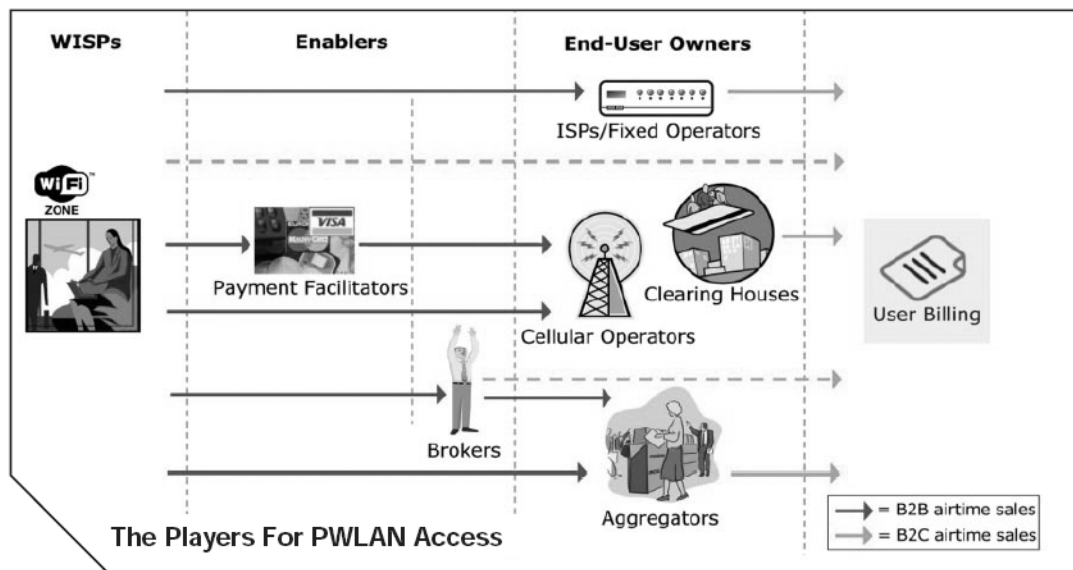


Figura 16: Formas de negocio según posición del actor en la cadena de valor

Propietario y operador de un *hot-spot*. Construye, es dueño y opera redes de *Hot-spots* y son una categoría de WISP (“*Wireless Internet Service Provider*”).

Virtual Service Provider (proveedor de servicio virtual). No es necesario ser propietario de un *Hot-spot* para ser un *Virtual Service Provider* (proveedor de servicios virtual). Esto es similar a lo que ocurre en telefonía fija y móvil donde algunos VNO (“*Virtual Network Operator*”) compran capacidad a los operadores de red y venden el servicio a sus clientes. Por ejemplo: Tele2.

Operador de red mayorista. Dirige una red de *Hot-spots* en lugares clave y alquilan capacidad a los proveedores de servicio. Esta figura continuará dado que los clientes prefieren tratar con un único proveedor y quieren tener acceso al mayor número posible de *Hot-spots*.

Agregador o Clearinghouse. Proporciona *roaming* entre redes de *hot-spot* y tratan tanto con la infraestructura de las compañías como con los proveedores de servicios. Por ejemplo: iPass.

WISPs (Wireless Internet Service Provider, Proveedores de acceso a Internet inalámbricos)– Son usualmente operadores propietarios o agregadores que



permiten *roaming* entre redes, gestionan facturas y venden servicios. Por ejemplo: iPass, Boingo.

Propietarios. Comparten ingresos con los operadores de red y mayoristas.

ISPs (“*Internet Service Provider*”)– Operan como Wireless ISPs y ofrecen servicios de *hot-spot* a los usuarios finales.

Proveedores de servicios de comunicaciones (operadores fijos y móviles) Son generalmente operadores con acuerdos de *roaming*.

Individuos y pequeñas comunidades. Iniciativas llevadas a cabo por personas aprovechando, entre otras cosas, la bajada de los precios de equipos Wi-Fi que establecen *Hot-spots* para usos específicos. Cuando están en lugares estratégicos o atraen a un número sustancial de usuarios pueden ser adquiridos por los “grandes operadores” o ser incluidos en acuerdos de *roaming* por los agregadores.

4.3.1 Análisis de ofertas de *Hot-Spots* en España

Para realizar este pequeño estudio hemos recogido una relación de empresas operadoras de servicios de telecomunicación, tanto del sector de la telefonía fija, como de móviles, operadores de cable, de LMDS, operadores Wi-Fi, proveedores de servicios y agregadores con el fin de obtener una clara visión de los servicios disponibles y, en consecuencia, valorar la magnitud y posibilidades de esta tecnología.

Afitel	Neo-sky
Amena	Ono
Arrakis (grupo BT)	Spoti
Auna	Swisscom eurospot
Basa	Telefonica
Broadnet	Tiscali
Euskaltel	Uni2
Iberbanda	Vodafone
iPass	Wanadoo
Jazztel	Wifix
Kubi wireless	Ya.com

La mayor parte de ellas proporcionan servicios de acceso en banda ancha, bien a través de ADSL, bien a través de otras tecnologías. Una buena parte de los proveedores de ADSL ofrecen soluciones inalámbricas Wi-Fi que instala el propio usuario final como una extensión de la conexión ADSL y nunca como servicio público. Con respecto a servicio público hemos encontrado la relación de proveedores que figura en la tabla. De algunos de ellos se ha detallado un poco más su oferta para hacernos una idea mejor de lo que ofrece el mercado actualmente.



Proveedor	Nº Hotspots	Tipo Conexión	Pago	Web
Telefonica	130	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.telefonica.es/
Euskaltel	35	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.euskaltel.es/
Kubi Wireless	110	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.kubiwireless.com/
Hotel-e-Business	9	Wi-Fi (802.11b)	No	http://www.hotel-e-business.com/hotelnet
iPass	43	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.ipass.com/
WiSIDE	34	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.wiside.com/
Swisscom Eurospot	101	Wi-Fi (802.11b)	Si	https://shop.swisscom-eurospot.com/es
Independent Provider	6	Wi-Fi (802.11b)	No	
Big Wireless	2	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.big-wireless.com/EN/index.html
WiFix	1	Wi-Fi (802.11b)	Si	http://www.wifix.com/
TOTAL	320			

Tabla 12: Oferta de Hot-spots en España

(FUENTE: Elaboración propia con datos de <http://wifinetnews.com>)

TELEFONICA (<http://www.telefonica.es>)

Telefónica ha apostado por la tecnología Wi-Fi mediante la creación de una Zona ADSL Wi-Fi y la oferta privada de una serie de servicios gestionados que permiten a cualquier cliente (individuos, hogares, empresas,...) acceder y construir sus redes de área local de forma inalámbrica con el máximo nivel de seguridad.

También ofrece servicios Wi-Fi orientados a aquellos entornos privados de uso público (aeropuertos, hoteles, escuelas de negocios, recintos feriales, ...) que posibilita a sus empleados y clientes el acceso en banda ancha y sin cables a Internet y a las aplicaciones de sus propias empresas.

KUBI WIRELESS (<http://www.kubiwireless.com/casphp/home.php>)

La red Kubi dispone de unos 110 *Hot-spots* en España y tiene acuerdos de *roaming* con más de 1.000 *Hot-spots* en el mundo.

ONO (<http://www.ono.es>)

ONO se ha sumado, en diciembre de 2003, a las compañías que ofrecen Internet mediante tecnología Wi-Fi, al lanzar sendas ofertas para el mercado residencial y empresarial.

Para el segmento corporativo, la solución ONO Wi-Fi LAN, se comercializa en formato autoinstalable en versiones USB para ordenadores de sobremesa y

PCMCIA para portátiles, y permite la conexión a Internet de las estaciones de trabajo fijas o portátiles de una oficina a través de una red IP inalámbrica.

Esta solución está especialmente pensada para su uso en áreas tradicionalmente de uso corporativo, como salas de convenciones, zonas de exposición, campeonatos deportivos, oficinas móviles, salas de reuniones, establecimientos o puntos de venta.

LA CADENA HOTELERA NH

<http://www.nh-hotels.com/>

NH Hoteles tiene ya operativo, en la práctica totalidad de los hoteles de España, tecnología Wi-Fi, que permite conectarse a Internet sin cables en todas las zonas de los hoteles. Para ello, ha diseñado una oferta de comercialización basada en la flexibilidad, con modalidades que van desde 24 horas para un usuario, con tarifa plana.

SWISSCOM EUROSPT (<http://www.swisscom-eurospot.com>**)**

Swisscom Eurospot es probablemente el operador de redes Wi-Fi con mayor presencia en Europa. Gestiona una red transfronteriza de puntos de acceso y de red fija, y mantiene una estrecha colaboración con los socios de Eurospot basada en la exclusividad.

SPOTI (<http://www.spoti.com>**)**

Spoti, empresa española que desarrolla y gestiona una de las principales redes de puntos de acceso público a Internet, ha llegado a un acuerdo en exclusiva con Mambo Technology, para implantar *Hot-spots* con tecnología de la firma canadiense Colubris Networks. El acuerdo en exclusiva alcanzado con Mambo Technology permite ofrecer cobertura en lugares públicos y privados de gran afluencia en todo nuestro país.

A nivel internacional, como ejemplos más importantes de operadores que ofrecen este tipo de servicio público en la actualidad, podemos mencionar los siguientes:

- Wayport (USA) que cobra una tarifa de \$4.95 a \$7.95 por día y localidad.
- MobileStar (USA) ofrece tarifas de suscripción mensual que van desde \$15.95 por 200 minutos hasta \$59.95 por acceso sin límites.
- En Europa, Telia HomeRun ofrece servicios similares en Suecia y en Noruega pero con tarifas más altas.
 - T-Mobile (rama móvil de DT) anunció en Diciembre 2002 hacerse cargo de la red Wi-Fi de 1.200 Starbucks Cafés en USA. Gran parte de la infraestructura Wi-Fi de dichos cafés pertenecía a MobileStar.



- France Telecom anuncia en Febrero 2003 el lanzamiento del servicio WLAN
- El proyecto Cometa anuncia 20.000 *Hot-spots* en USA en el año 2003.
<http://www.cometanetworks.com/index.html>

Por último, señalar que el uso de la tecnología Wi-Fi, se ha convertido en una estrategia de crecimiento para cadenas de comida rápida como, por ejemplo, McDonalds. Según un reciente artículo de la revista [Computerworld](#), serán 75 restaurantes de la cadena en San Francisco y 140 en Singapur los que ofrezcan este servicio. De momento, el precio del servicio será de 4,95 dólares por cada dos horas de conexión, y el sistema se va a implantar rápidamente en la totalidad de sus restaurantes en EEUU y el objetivo de tenerlos funcionando antes de fin de año con aquellos que hayan sido seleccionados.

CAPÍTULO V: LAS ACTUACIONES DE LA ADMINISTRACION PÚBLICA

Nos referiremos en este apartado a aquellas actuaciones e iniciativas que las distintas administraciones locales, autonómicas y nacionales han puesto en marcha. Mencionaremos aquellas actuaciones que han tenido o están teniendo un impacto más considerable en el mercado al que se dirigen y modifican por su enorme capacidad de recursos e influencias.

5.1 RED.ES

La Entidad Pública Empresarial **Red.es**, adscrita, en el actual esquema ministerial, al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, tiene legalmente encomendadas una serie de funciones con el objeto de contribuir al desarrollo de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información en nuestro país. Dentro de estas funciones ha puesto en marcha un conjunto de iniciativas y programas, algunos de ellos cofinanciados con fondos europeos, para fomentar el uso seguro de Internet, de las telecomunicaciones y de las Tecnologías de la Información por parte de ciudadanos y empresas.

5.1.1 Programas de RED.ES en marcha

Entre los programas que **Red.es** que ha puesto en marcha en la materia que nos ocupa, citaremos los siguientes:

5.1.2.1 Internet en la Escuela

Tiene como objetivo fomentar el acceso a la Sociedad de la Información en el entorno educativo de las Comunidades Autónomas. El programa cuenta con una inversión estimada de 272 millones de euros. Esta iniciativa se dirige a un total de 17.500 centros, 420.000 profesores y 5.400.000 alumnos que forman parte de las Enseñanzas Obligatorias (Primaria y ESO), Bachillerato y Formación Profesional en los centros financiados con fondos públicos. El programa pretende ofrecer conexiones a Internet de banda ancha, equipos informáticos, software educativo,

La iniciativa Internet en la Escuela cuenta con financiación procedente de la Unión Europea, a través del programa FEDER.

5.1.2.2 Internet en las bibliotecas

Esta iniciativa, cofinanciada por **Red.es** y por las Corporaciones Locales y Comunidades Autónomas tiene por objeto instalar puntos de acceso público a

Internet en las más de 4.000 bibliotecas públicas españolas, para que sus usuarios puedan acceder de manera gratuita a Internet.

El programa representa una inversión total de 22 millones de euros, de los que **Red.es** aportará 11,5 millones y las Corporaciones Locales y Comunidades Autónomas los 10,5 millones restantes.

Las actuaciones previstas incluyen dotar a las bibliotecas de conexión a Internet a alta velocidad, instalación de una red de área local y dotación de equipos para conexión a Internet.

5.1.2.3 Internet Rural

Es un programa dirigido a los municipios de zonas rurales, a través de las Diputaciones, Cabildos y Consejos insulares o, en su caso, Comunidades Autónomas uniprovinciales, que movilizará más de 30 millones de euros y que tiene por objetivo llevar la banda ancha y el uso de las nuevas tecnologías al mundo rural.

Más de 3 millones de ciudadanos de 1.500 municipios rurales podrían beneficiarse de esta iniciativa, que se dirige de manera prioritaria a municipios que se encuentran fuera del área de cobertura de tecnologías convencionales de banda ancha (ADSL o cable). El programa incluye la conectividad y todos los servicios de soporte y mantenimiento durante 3 años.

La inversión estimada para el programa Internet Rural asciende a más de 30 millones de euros en el periodo 2002-2005, de los que la entidad pública **Red.es** aportará 11,3 millones de euros, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 4 millones, el Ministerio de Ciencia y Tecnología 0,6 millones y las Corporaciones Locales los 14 millones restantes.

Incertidumbres.

El modelo **Red.es** presenta ciertas incertidumbres y posibles efectos colaterales.

- Viabilidad del modelo de financiación 100% pública. Aunque se trate de actuaciones en ámbitos claramente deficitarios, en la práctica elimina la competencia presente y futura, con lo que se asume una titularidad pública de los servicios de acceso de banda ancha en dichos ámbitos.
- Orientación a costes mínimos en lugar de relación prestaciones/coste óptima. La no puesta en mercado, y la supervivencia de **Red.es** al margen de lo obtenido por el servicio prestado, junto a la propia limitación presupuestaria, orientan la solución a costes mínimos. Este hecho imposibilita la innovación a medio plazo y no deja hueco para la inversión de los diferentes agentes. Es razonable pensar que la solución, por muy válida que sea técnicamente a corto plazo, no podrá evolucionar ni ser



puesta en valor en el mercado. Este hecho incide, además, de forma muy negativa en todos los posibles generadores de valor añadido.

Es sorprendente que, mientras a nivel europeo e incluso a nivel de España a través de varias Comunidades Autónomas, se tiende a modelos mixtos, donde la Administración subvenciona infraestructuras en aquellos casos donde los usuarios eligen y ponen en valor a los agentes, a nivel nacional sea un solo agente público el depositario y responsable último del servicio. Está por ver el resultado y el impacto que tiene este hecho a medio y largo plazo.

5.1.2.4 ESPAÑA.ES

Este programa nace siguiendo las directrices de la Comisión Soto y consiste en un conjunto de acciones y proyectos destinados a impulsar el desarrollo de la Sociedad de la Información en España. El programa se centra en tres grandes líneas de actuación:

1. Reforzar la oferta de contenidos y servicios que favorezcan la demanda de Internet.
2. Mejorar la accesibilidad en sentido amplio, ofreciendo puntos de acceso público y haciendo un esfuerzo en formación y comunicación de las ventajas de la Sociedad de la Información.
3. Conectar a la pequeña y mediana empresa, aumentando su relación de negocio a través de Internet con el fin de que pueda acceder a servicios de la Sociedad de la Información.

Estas tres grandes líneas se agrupan en seis áreas de actuación que forman el programa España.es: administración.es, educación.es, pyme.es, navega.es, contenidos.es y comunicación.es. Las tres primeras tienen carácter vertical, ya que atacan a segmentos concretos y las tres últimas son de carácter horizontal, ya que se dirigen a toda la población en general. El coste inicial del plan rondará los 1.029 millones de euros.

5.2 ACTIVIDAD DE LAS COMUNIDADES AUTONÓMAS

Prácticamente todas las comunidades autónomas dentro de su ámbito de competencia han puesto en marcha programas de desarrollo de la Sociedad de la Información. Estos programas van desde la elaboración de planes estratégicos a varios años, a políticas de fomento y ayuda a las actividades en nuevas tecnologías pasando por ayudas a la mejora de la competitividad y a la innovación tecnológica en las empresas y formación, modernización y dinamización sectorial de la sociedad en el uso de las nuevas tecnologías. Lógicamente entre las nuevas tecnologías e infraestructuras de telecomunicaciones desplegadas están las derivadas del estándar 802.11.

Ejemplos de estas iniciativas son:

Castilla-La Mancha. Ha sido una de las Comunidades Autónomas pioneras, con un programa diseñado en 2002. El modelo ofrece subvención parcial a medio y largo plazo a los operadores que desplieguen redes en entornos sin posibilidad de ADSL o similares. La financiación es mayor cuanto menor sea la población y la posible demanda. Los usuarios, normalmente ayuntamientos, eligen al operador final. Actualmente existen más de 150 municipios con servicio y se espera llegar a las 900.

Castilla y León. Parecido al modelo anterior, pero dirigido, en primera instancia a Pymes (al menos, el principal programa). En este caso, es directamente el usuario final quien elige al operador (modelo “perfecto” desde el punto de vista de mercado), necesitando éste estar previamente homologado y registrado en cuanto a sus condiciones principales: precios, calidad de servicio, compromisos, El programa se ha iniciado durante 2003. El ámbito inicial incluye más de 350 accesos.

Cataluña. Responde a un modelo mixto como los anteriores, aunque no es el usuario quien elige al operador sino la Generalitat de Catalunya por procedimiento de concurso abierto. En este caso, la Generalitat financia el despliegue de la red según la valoración de los operadores oferentes, con un presupuesto próximo a los 12 millones de euros, debiendo mantener éstos las condiciones de servicio.

Andalucía. Es un modelo de financiación puro, crédito sobre la inversión realizada en despliegue de red siendo la Junta de Andalucía quien selecciona al operador.

Comentario.

Dado que son todos modelos mixtos (Administración-operador) es razonable pensar que no tendrán los inconvenientes del modelo **Red.es**. De los dos modos, pensamos que los más próximos al mercado, esto es, donde es el usuario quien decide el proveedor y la administración financia y/o subvenciona de acuerdo a ciertos criterios, son los más adecuados a largo plazo.



5.3 ACTIVIDAD DE MUNICIPIOS y CORPORACIONES LOCALES

El 3 de abril de 2003 el Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Entidad Pública Empresarial **Red.es**, y la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) firman un Convenio Marco de Colaboración para la puesta en marcha del programa "Internet Rural", incluido en el programa de acción INFO XXI. De este modo, Los municipios españoles participan en el programa Internet rural.

La adhesión a este convenio se ofrece a las diferentes Diputaciones Provinciales así como a las Comunidades Autónomas uniprovinciales. Éstas, junto con la Federación Española de Municipios y Provincias y, gracias a la coordinación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de **Red.es**, se encargarán de seleccionar los municipios beneficiarios del presente programa que suscribirán la correspondiente convocatoria pública de acuerdo con los criterios objetivos establecidos.

Según datos recogidos por la entidad pública empresarial **Red.es**, el 69 por ciento de los municipios españoles (6.414 de 8.108) no disponen de infraestructura ADSL, lo que se traduce en que el 21 por ciento de la población española (5.177.305 personas) se ve imposibilitada de contar con un acceso a Internet de banda ancha.

<http://www.femp.es/>

5.4 LAS REDES INALÁMBRICAS LIBRES

Las denominadas redes inalámbricas libres son una realidad, no paran de crecer y se diversifican. Desde sus primeras apariciones en España hace ya tres años, el número de iniciativas de comunidades libres, de nodos y de interconexiones entre ellos para crear redes en y entre pueblos o ciudades, de acceso gratuito al público, ha venido creciendo paulatinamente. Su éxito es tal que en algunos casos, pequeños ayuntamientos y otras instituciones se acercan a los proyectos existentes.

De las más de 60 comunidades inalámbricas surgidas hasta el momento, la mayoría no cuenta con más de tres puntos de acceso por red. La situación típica es: un habitante de la localidad poseedor de una conexión ADSL y configura un nodo, desde el cual se conectan cuatro o cinco conocidos, para comunicarse entre ellos o acceder a Internet. Los casos más significativos por el tamaño de la red o de los usuarios activos están ubicados en Guadalajara, Barcelona, Zaragoza y las Islas Canarias.



CAPÍTULO VI: DESPLIEGUE DE REDES Wi-Fi y PROYECTOS TÉCNICOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Si, como hemos visto, grande es el número de aplicaciones de la tecnología Wi-Fi, distintos son los modelos de negocio posibles, diferentes las necesidades y exigencias de los clientes finales y a su vez nos encontramos con una tecnología que ofrece distintas soluciones y que avanza rápidamente. La pregunta que nos surge es: ¿Qué tendremos que hacer si estamos interesados en desplegar una red WLAN?

Lo que está claro es lo que no debemos hacer: No podemos adquirir puntos de acceso y tarjetas de red en los lugares más dispares y a los precios más bajos y distribuirlos de forma precipitada por la zona donde requerimos el servicio, buscando una rápida solución, eliminando molestos y antiestéticos cables o quedándonos satisfechos porque podamos establecer un acceso a Internet a través del portátil. Puede parecer una idea simplista y exagerada de la realidad, pero no es menos cierto que esto lo que está sucediendo, y si no se ponen en marcha medidas oportunas, si no se concientiza a todos los representantes de la cadena de valor de la importancia que tiene desplegar un red de telecomunicación teniendo en cuenta los criterios y conocimientos de los profesionales competentes, estaremos contribuyendo a la falta de sostenibilidad de las infraestructuras de telecomunicación y, en consecuencia, al bajo desarrollo de la Sociedad de la Información.

En este sentido, recientemente una empresa española dedicada al diseño, instalación y consultoría de soluciones inalámbricas de transmisión de datos ha realizado uno de los primeros análisis, a nivel nacional, de las redes Wi-Fi instaladas en las más importantes capitales españolas: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao y Málaga. El objetivo principal era recoger sobre el terreno una muestra suficientemente amplia de información para estudiar la tipología de las redes instaladas, así como sus parámetros de rendimiento y seguridad.

Para ello se utilizaron herramientas de captura y análisis de paquetes en todos los canales mediante una PDA dotada de una tarjeta inalámbrica, y sin módulo de GPS, para no obtener datos de posicionamiento que puedan llevar a pensar que la información será usada para otros fines.

Los resultados globales obtenidos se muestran en la tabla siguiente:



Nº Puntos de acceso	Total	%
Total Puntos de Acceso (APs)	1.896	
APs sin encriptación WEP	1.365	72%
APs que exponen SSID	1.683	89%
APs parámetros por defecto	785	41%
APs empresariales/ <i>Hot-spots</i>	~1.320	~70%
APs residenciales	~576	~30%
APs 802.11b/b+	1.743	92%
APs 802.11g	153	8%
APs en modo "bridge"	66	
Identificadores de red (SSID)	756	
Utilización canales RF en APs		
Canal 1	532	28%
Canal 2	23	1%
Canal 3	90	5%
Canal 4	17	1%
Canal 5	24	1%
Canal 6	479	25%
Canal 7	139	7%
Canal 8	12	1%
Canal 9	27	1%
Canal 10	115	6%
Canal 11	348	18%
Canal 12	7	0%
Canal 13	38	2%
Clientes		
Clientes inalámbricos	1.101	
Redes "ad-hoc" (sólo clientes)	110	
Clientes que muestran dir. IP	91	8%

Tabla 13: Utilización de canales Wi-Fi en España
(FUENTE: Elaboración propia)

Este estudio muestra como primeras conclusiones:

- Continúa aumentando el uso de las redes WLAN, no sólo en el entorno residencial, sino también en el entorno empresarial, aunque por ahora los servicios y aplicaciones sobre ellas son escasos y se suelen usar como complemento a la red cableada o solución a problemas concretos de conectividad.
- Todavía no existe una profunda concienciación de los riesgos de seguridad y los posibles problemas de rendimiento al no acudir a especialistas para el diseño, instalación y mantenimiento de una red inalámbrica.



- La mayoría de las redes detectadas tienen perfil similar: puntos de acceso de gama media-baja, estándar 802.11b a 11 Mbps, sin cifrado WEP ni ocultación de SSID de la red, utilizando canales por defecto.
- Aunque se está empezando a desplegar redes a 54 Mbps (estándar 802.11g), son contadas las que tienen el cifrado WPA activado.
- Madrid y Barcelona muestran un mayor despliegue de redes Wi-Fi residenciales, empresariales y de *Hot-spots* de acceso público, con mayor presencia de puntos de acceso más profesionales y mejores medidas de seguridad.
- Uso reducido, con pocos clientes conectados a cada punto de acceso.
- El despliegue de *Hot-spots* de acceso público está siendo lento comparado con otros países europeos o, sobre todo, EE.UU. En este sentido influye no sólo la mayor cultura de “trabajo en la oficina” sino también la menor concentración de ordenadores portátiles. Esos *Hot-spots* detectados, apenas tenían clientes conectados y ninguno de ellos usaba las correspondientes medidas de seguridad para proteger la información de su ordenador y encriptar las comunicaciones.
- Las cifras de redes Wi-Fi encontradas en la zona del estudio se encuentran en línea con el estudio de mercado efectuado en el apartado 4.2 de este informe.
- No se están cumpliendo las recomendaciones europeas y españolas en cuanto a la utilización más adecuada de canales RF no solapados que serían los canales: 1, 7 y 13. Por el contrario, se están utilizando masivamente los canales 1, 6 y 11 que coinciden con la recomendación de la FCC (“*Federal Communications Commission*”) Americana. Esto demuestra que se usan los valores por defecto que traen los propios equipos y/o se siguen las recomendaciones que traen los catálogos de los mismos, de procedencia mayoritariamente extra comunitaria.

6.2 METODOLOGÍA PARA EL DESPLIEGUE DE UNA RED Wi-Fi

El objetivo de este apartado es proponer una metodología para la elaboración de proyectos técnicos para el despliegue de redes inalámbricas. La realización de este tipo de proyectos por técnicos competentes y el visado colegial ofrecen una garantía del correcto despliegue técnico de este tipo de redes y confianza al ciudadano en el uso de las nuevas tecnologías.

Una metodología de despliegue de red inalámbrica deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Especificaciones de la red.
- Dimensionado y determinación del equipamiento.
- Planificación radioeléctrica.
- Cálculo del nivel de emisiones radioeléctricas.
- Despliegue.
- Certificación y puesta en servicio.
- Gestión de Red y Provisión de Servicios.



Señalar, por último, las siguientes consideraciones adicionales:

- **Consideración de Servicio Público** y lo que implica en cuanto a autorizaciones administrativas y legalidad con respecto al uso del espectro.
- **Calidad de Servicio** y sus implicaciones en cuanto a dimensionamiento de los recursos de red, soporte de calidad de servicio, gestión y seguridad.

En la siguiente tabla se muestran los objetivos que se realizan en cada uno de los apartados propuestos de la metodología.



	Objetivo	Entrada	Salida
Especificaciones	Análisis de los requisitos de red en términos de capacidad, funcionalidad y servicios. Generación de la especificación técnica de la red.	Requisitos y datos del cliente. Estructura de los edificios. Infraestructura de la red cableada. Permisos especiales. Normativa vigente.	Especificación funcional de la red: Capacidad y funciones.
Dimensionado	Determinar las capacidades y equipamientos necesarios para el funcionamiento de la red.	Especificación de la red y el servicio. Potenciales usuarios. Información de la zona de despliegue: área de cobertura, tipo de edificio, capacidad esperada. Tipo de servicios. Políticas de seguridad. Condiciones ambientales.	Estándar inalámbrico seleccionado. Equipamiento necesario. Arquitectura de red. Capacidades de datos, política de enrutamiento y enlace red troncal. Eficiencia en prestaciones y costes de inversión y explotación.
Planificación	Definir las estaciones fijas y ubicaciones exactas. Determinar prestaciones esperadas de la red en cada punto de servicio.	Dimensionado. Ubicación emplazamientos. Información geográfica detallada. Restricciones geográficas y técnicas,	Emplazamientos concretos. Nivel de señal esperada. Capacidad esperada. Composición de las estaciones: equipos, cables, antenas, ... Datos para la conexión a la red
Emisiones	Cálculo de los niveles de emisiones radioeléctricas según Real Decreto 1066/2001 y Orden CTE/23/2002.	Características y parámetros técnicos de equipos y antenas.	Informe de cumplimiento de acuerdo con los cálculos realizados. Medidas de niveles de emisión.
Despliegue	Implementación física de la instalación, APs, cables, antenas, alimentación, accesorios, ...	Proyecto de despliegue.	Informes de instalación, pruebas, hojas de incidencias.
Certificación	Aceptación de los emplazamientos. Efectuar puesta en servicio. Verificar conformidad de la red	Proyecto de despliegue. Informes de instalación, pruebas y hojas de incidencias.	Informe puesta en servicio y pruebas de conformidad.
Gestión de Red y provisión de Servicios	Asignación de ancho de banda por servicio y por usuario.		Gestión de Negocio. (Clientes, facturación y reclamaciones) Gestión de red y servicios: Provisión, inventario, incidencias, monitorización de red, mediación para tarificación.

Tabla 14: Metodología para el desarrollo de proyectos de redes inalámbricas



6.2.1 Planificación radioeléctrica

Éste es uno de los apartados más importantes a la hora de plantear el despliegue de una red inalámbrica usando tecnología Wi-Fi. Del correcto despliegue se pueden derivar innegables beneficios tanto de índole técnica como económica.

Análisis de la situación. En el caso de estar considerando una red que requiera pocos puntos de acceso, no más de 4 podría ser una buena referencia, la planificación es sencilla por no haber reuso de frecuencias, y poder asignar un canal distinto a cada punto de acceso, evitándose de este modo problemas de solapamiento entre canales. En caso contrario, es necesaria la reutilización de frecuencias y la capacidad de la red puede verse afectada si no se planifica adecuadamente.

Propagación radioeléctrica y cobertura. Para el cálculo de la propagación y el establecimiento de mapas de cobertura en función de la capacidad y el nivel de campo, existen diversos modelos de propagación, con diversos rangos de aplicación y márgenes de validez. En el anexo, se incluye alguna referencia bibliográfica que puede consultarse para encontrar información sobre esta materia, y las consideraciones necesarias para la realización de cálculos y mapas de cobertura.

La metodología a emplear pasará por un estudio preliminar sobre planos, con elementos pre-caracterizados y establecimiento de criterios de cobertura. Posteriormente, se efectuarán medidas reales con los sistemas inalámbricos, tanto con los elementos radiantes inicialmente propuestos, como con variaciones en circunstancias específicas. Esto permitirá hacer un modelado final de cobertura y dará criterios para posibles mejoras y/o cambios.

Planificación en interiores y exteriores. Cobertura y capacidad están relacionadas. Según aumenta la distancia entre transmisor y receptor, la SNR (relación señal a ruido) empeora y, a medida que esto sucede, es necesario retransmitir paquetes erróneos, o cambiar de modulación a otra menos eficiente pero más robusta. Este aspecto será mucho más crítico para el caso de exteriores.

En interiores es muy relevante la atenuación de paredes, suelos, techos y obstáculos intermedios. De una buena o mala planificación se puede desprender desde que tengamos el máximo bit rate obtenible por el estándar correspondiente hasta que nos quedemos incluso por debajo del 40% de este máximo.

Para el caso de exteriores, además de lo ya señalado, aspectos que merecen tenerse más en consideración son: normativas regulatorias locales en materia de construcción y de impacto medioambiental, la seguridad física de las instalaciones y las condiciones climáticas en las que trabajará el equipamiento.



6.2.2 Emisiones radioeléctricas

De acuerdo con la legislación aplicable, Real Decreto 1066/2001 y Orden CTE/23/2002, deben realizarse unos cálculos de los niveles de emisiones radioeléctricas que genera nuestro equipamiento, teniendo en cuenta, además, los niveles preexistentes.

Para la realización de estos cálculos se recomienda el procedimiento y metodología elaborado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación en materia de emisiones radioeléctricas.



6.2.3 Mecanismos y políticas de seguridad

A este respecto y aunque ya se ha venido hablando de forma reiterada de la importancia de la seguridad en general y en las redes inalámbricas en particular vamos a dar un decálogo de recomendaciones que aconseja 3Com, uno de los más importantes proveedores de equipamiento hardware y software de esta tecnología:

Recomendaciones para implementar una red inalámbrica segura:

1. **Haga más sencilla la seguridad:** integre las políticas inalámbricas y las de cable. La seguridad inalámbrica no es una infraestructura de red aparte cuyos procedimientos o protocolos son completamente distintos. Desarrolle una política de seguridad que combine tanto seguridad inalámbrica como seguridad para la red de cable, para impulsar las ventajas de gestión y de ahorro de costes. Por ejemplo, integrando la petición de nombre de usuario y contraseña para todos los usuarios que accedan a la red ya sea mediante infraestructura de cable o inalámbrica.
2. **Situar el punto de acceso en el lugar adecuado.** Comience con lo más básico: en la configuración de la red de su empresa, asegúrese de que los puntos de acceso están fuera de su firewall perimetral en el caso de que su solución inalámbrica no cuente con los sistemas de encriptación y autenticación requeridos, de esta manera su firewall perimetral controlará los accesos.
3. **Utilizar una dirección MAC para evitar ataques.** Utilizar una dirección MAC basada en ACLs (*“Access Control Lists”*) hará que sólo los dispositivos registrados puedan acceder a la red. El filtro mediante direcciones MAC es como añadir otro cerrojo a la puerta principal, y cuantos más obstáculos encuentre un hacker, más rápidamente desistirá en sus intenciones de intrusión a nuestra red.
4. **Administrar su nombre de red.** Todas las redes inalámbricas tienen asignado por defecto un nombre de red o SSID. Cámbielo inmediatamente, por un código alfanumérico. Si su organización puede encargarse de la administración de la red, cambie del SSID de forma regular e inutilice la función de reconocimiento automático de la contraseña en su ordenador para evitar que el SSID sea identificado fácilmente.
5. **Impulsar los servidores RADIUS existentes.** Los usuarios remotos de las compañías más grandes son a veces autenticados para utilizar la red a través de un servidor RADIUS. Los directores de TI pueden integrar las redes LAN inalámbricas en la infraestructura RADIUS ya establecida para hacer más sencilla su gestión. Esto no sólo hace posible la autenticación inalámbrica, sino que además asegura que los usuarios de la red inalámbrica siguen el mismo proceso de aprobaciones que los usuarios remotos.
6. **Instalar el Protocolo de seguridad WEP.** WEP es el protocolo de seguridad inalámbrico del estándar 802.11b. Se ha diseñado para proporcionar protección mediante encriptación de datos al tiempo en que se transmite la información, exactamente igual que se hace en las redes de cable. Sólo tiene que instalarlo,



habilitarlo y cambiar de forma inmediata la clave WEP, ya que aparecerá una por defecto. Lo ideal es que genere sus claves WEP de forma dinámica cuando un usuario se identifique, haciendo que la clave de acceso a la red inalámbrica sea diferente para cada usuario y en cada ocasión, de esta manera se consigue una mejor protección.

7. **La clave WEP no lo es todo.** Pero no se limite al protocolo WEP. Éste es sólo un nivel más de seguridad de entre muchos otros que se deben tener en cuenta. Esta es una lección que muchos administradores de red han aprendido de la manera más dura.

8. **VPN es uno de los mejores mecanismos de seguridad.** Si cada opción de seguridad es un impedimento que un hacker debe salvar – cambiar el SSID, habilitar filtros mediante direcciones MAC y generar claves WEP de forma dinámica – una red privada virtual o VPN es una cámara acorazada. Las VPN (Virtual Private Networks) ofrecen un nivel más de seguridad basado en la creación de un túnel seguro entre el usuario y la red.

9. **No todas las Redes Inalámbricas son iguales.** Mientras que 802.11b es un protocolo estándar y todos los equipos que lleven la acreditación Wi-Fi operan con la misma funcionalidad base, no todos los dispositivos inalámbricos han sido creados de la misma manera. Wi-Fi asegura interoperabilidad, mientras que los productos de muchos fabricantes no incluyen prestaciones avanzadas de seguridad.

10. **No permita que cualquier “usuario avanzado” configure su red inalámbrica.** La configuración de una WLAN es lo suficientemente sencilla como para que no haga falta que el personal técnico instale los puntos de acceso en su propio departamento, sin pararse a pensar demasiado en el aspecto de la seguridad. Antes debe analizarse la red regularmente, con herramientas de detección de intrusos para evitar que la red pueda convertirse en un punto potencial susceptible de ser atacado por un hacker. Por tanto, se debe establecer una política que restrinja que las WLANs puedan ser implementadas sin el desarrollo y aprobación del administrador de la red.

6.2.4 Estructura del proyecto tipo

El proyecto técnico es el documento donde se plasman los aspectos metodológicos considerados anteriormente. Conviene destacar que el abanico de posibilidades y aplicaciones que ofrece la tecnología Wi-Fi es muy amplio por lo que será difícil el desarrollo de un proyecto técnico tipo, como sucede en otras actividades regladas.

Lo que se propone en este apartado es una estructura genérica de proyecto técnico, que permita la realización de cualquier proyecto de despliegue de una red inalámbrica. Bien entendido, que dependiendo del tipo de red a desplegar se hará más hincapié en unos aspectos que en otros. La idea fundamental es que sirva de



guía al profesional para la realización de los estudios y cálculos necesarios para el correcto despliegue de la red.

Desde el COIT, la realización de este tipo de proyectos y el visado correspondiente, se contempla como una garante del papel que debe jugar el Ingeniero de Telecomunicación en el despliegue de este tipo de redes.



PROYECTO	CONTENIDO
Portada	Descripción. Situación del emplazamiento. Identificación cliente. Datos proyecto. Tipo de red: Pública/Privada. Despliegue: Interior/Exterior. Autor proyecto. Fecha presentación. Incluirá espacio para la firma del autor del proyecto y sello para visado.
Memoria técnica	Descripción del proyecto técnico a realizar. Antecedentes. Diseño de la conexión a la red troncal. Especificaciones de la red: Cobertura radioeléctrica, capacidad del sistema y accesibilidad. Dimensionado del sistema Planificación radioeléctrica. Número de estaciones, cobertura deseada y prestaciones esperadas. Emisiones radioeléctricas. Tabla de parámetros técnicos Matriz de cumplimiento de especificaciones.
Planos y esquemas	Materialización de los resultados obtenidos en la memoria técnica. Esquema de la red. Nivel de señal y capacidad esperado
Pliero de condiciones técnicas	Condiciones Particulares: Estándar, NICs, APs, APCs, cables, conectores, Condiciones generales: Legislación aplicable, de instalación antenas, de seguridad, de accesibilidad, de identificación, de EMC, de instalación equipamiento,
Presupuesto ejecución	No recurrentes: Coste equipamiento, materiales fungibles y accesorios, coste de la mano de obra asociada a instalación y configuración. Recurrentes: Explotación, operación y mantenimiento,
Anexos	Parámetros y características técnicas de equipos instalados. Certificados declaración conformidad.

Tabla 15: Estructura proyecto tipo y contenidos
(FUENTE:ELABORACIÓN PROPIA)



PARTE II: REFERENCIAS, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

REFERENCIAS

A continuación se aporta un listado de empresas, operadores de servicios de telecomunicación, fabricantes de equipos, consultoras, asociaciones de distinta índole, organismos y entidades públicas y privadas que de una forma u otra son citados en el presente documento o de los que se ha obtenido información de referencia genérica para escribir dicho documento. En las páginas posteriores se citan libros, artículos y documentos más específicos que han sido fuentes del presente informe.

3Com	www.3com.com
Aberdeen	www.aberdeen.com
AEPSI	www.aepsi.org
AENA	www.aena.es
Alcatel	www.alcatel.com
Amena	www.aetic.com
Aniel	www.aniel.es
Asimelec	www.asimelec.es
AUI	www.aui.es
Auna	www.auna.es
BIT	www.coit.es/publicac/publbit/bit.html
Bluetooth.org	www.bluetooth.org
Broadband	www.broadband.com
Cisco	www.cisco.com/
C.M.T	www.cmt.es
C.O.I.T	www.coit.es
Comunitel	www.comunitel.es
E.I.T.O	www.eito.com
Ericsson	www.ericsson.com
Forward concepts	www.fwdconcepts.com
Frost & Sullivan	www.frost.com
Gartner Inc	www.gartner.com
Gretel	www.gtlic.ssr.upm.es/ccoit/gretel.html
GSM world	www.gsmworld.com
Iberbanda	www.iberbanda.es
IBM	www.ibm.com
IEEE 802.11	grouper.ieee.org/groups/802/11
IEEE 802.15	www.ieee802.org/15
IEEE 802.16	wirelessman.org
IEEE 802.20 org	grouper.ieee.org/groups/802/20
Infoglobal	www.infoglobal.es
Intel	www.intel.com
Jazztel	www.jazztel.com
Kubiwireless	www.kubiwireless.com



Master Cadena	www.mastercadena.es
Meta group	www.metagroup.com
Morgan Stanley	www.morganstanley.com
Neosky	www.neosky.es
NH hotels	www.nh-hoteles.es
Nortel	www.nortelnetworks.com
Ono	www.ono.es
Pyramid research	www.pyramidresearch.com
Red.es	www.red.es
SETSI	www.setsi.mcyt.es
Telefonica	www.telefonica.es
Telefonica moviles	www.telefonicamoviles.com
Teleniun. Giga group	www.telenium.es
Tiscali	www.tiscali.es
U.I.T	www.itu.int/home/
UMTS forum	www.umtsforum.net
Uni2	www.uni2.es
Vodafone	www.vodafone.es
Wanadoo	www.wanadoo.es
Wi-Fi Alliance	www.weca.net
Wimax forum	www.wimaxforum.org/
WSN	
Xfera	
Ya.com	www.ya.com
Yankee group	www.yankeegroup.com



BIBLIOGRAFÍA

- “REDES INALÁMBRICAS (Wi-Fi) APLICACIONES Y PROYECTOS TÉCNICOS”, *Fidel Garcia, Jose F.Kukielka, Alonso Fernandez, Jose I. Alonso*
- “REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA”. Arquitectura, prestaciones, servicios y evolución. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- “ESPECIAL REDES INALÁMBRICAS”. Revista BIT. Nº 138. Abril-Mayo 2003. Editan COIT y AEIT.
- “Infraestructuras y servicios avanzados de las telecomunicaciones en España. *Análisis, diagnóstico y papel de las políticas públicas*”. 2003. Edita COIT.
- “El reto futuro de las telecomunicaciones en España”. Editan COIT y AEIT. Revista BIT. Nº 142. Diciembre-Enero 2004.
- “Convergencia, competencia y regulación en los mercados de telecomunicaciones, audiovisual e Internet”. GRETEL 2000. Edita COIT.
- “Horizonte de las telecomunicaciones españolas”. Informe 2002. Foro de las telecomunicaciones.
- “Impact & Opportunity: Public Wireless LANs and 3G Business”, UMTS Forum Report No. 22, July 2002.
- “A Qualitative Market Survey”, UMTS Forum Report No. 24 “WLAN Report”, November, 2002.
- “WLAN Spectrum Report”, UMTS Forum Report No. 25, February 2003.
- “Relative Assessment of UMTS TDD and WLAN technologies”, UMTS Forum Report 28 by TDD Ad-hoc Group.
- “TGb proposal comparison matrix”, IEEE P802.11, doc IEEE802.11 98/276, July 1998 and Interdigital Studies.
- “Measured Performance of 5 GHz 802.11a Wireless LAN systems”, by James C.Chen, Jeffrey M. Gilbert, Atheros Communications, 08/27/2001
- “Throughput performance of WLANs operating at 2.4 GHz and 5 GHz”, A Kamermann, G. Aben, Lucent Technologies.
- IEEE organization.
- “Wireless LAN (WLAN) End to end guidelines for enterprises and public *Hot-spots* service providers”. Intel (Nov, 2003).
- “Public wireless LAN *Hot-spots*: worldwide, 2002-2008”, Gartner (2003).
- “Comunicaciones móviles”, Jose M^a Hernando Rábanos.
- Mobile Broadband Wireless Access Systems. “Five criteria” Vehicular mobility. Noviembre, 13, 2002.
- “INFORME DE PLANIFICACIÓN DE RADIOFRECUENCIA Y SEGURIDAD DE REDES Wi-Fi EN ESPAÑA”. José Miguel Ruiz Padilla. Libera Networks para Mundo Internet 2004.
- “La realidad sobre la seguridad en redes LAN inalámbricas”. Néstor Carralero, Director de Marketing 3Com Iberia. BIT nº 138.



- “Regulación Europea y española en materia de telecomunicaciones”, Francisco Javier Gabiola, C.O.I.T. para Mundo Internet, 2004.
- “2.4 GHz WLAN Radio interface”, Radionet Oy, Jani Tamminen, M.Sc,2002.
- “Introduction to radio propagation for fixed and mobile communications”, John Doble, Artech House, 1996.
- “Wireless digital communications”, Dr K. Feher, Prentice-Hall, 1995.
- “Mobile communications design fundamentals”, second edition, William C.Y.Lee, ed John Wiley & sons, 1993.
- “The mobile radio propagation channel”, J.D.Parsons, Pentech press, London, 1992.
- “La transposición del nuevo marco regulador europeo de las comunicaciones electrónicas en España”. GRETEL 2004. Cuaderno2.
- “Régimen legal del uso de la tecnología Wi-Fi”. Legal Link. Mundo Internet 2004.
- “Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso fijo inalámbrico”, C.O.I.T, 2001.



ANEXO A: GUÍA ACTIVIDADES Y GRUPOS TRABAJO DEL IEEE 802.11

IEEE 802.11 Working Group	WG	The Working Group is comprised of all of the Task Groups, Study Groups, and Standing Committees together	
Task Group	TG	The committee(s) that are tasked by the WG as the author(s) of the Standard or subsequent Amendments via an approved PAR	
MAC Task Group	MAC	Scope of Project	The scope of the project is to develop one common MAC for Wireless Local Area Networks (WLANs) applications, in-conjunction with the PHY Task Group work
		Status	Work has been completed and is now part of the original Standard - Published as IEEE Std. 802.11-1997
		Update Status	Work has been completed on the ISO / IEC version of the original Standard - Published as 8802-11: 1999 (ISO/IEC) (IEEE Std. 802.11, 1999 Edition)
PHY Task Group	PHY	Scope of Project	The scope of the project is to develop three PHY's for Wireless Local Area Networks (WLANs) applications, using Infrared (IR), 2.4 GHz Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), and 2.4 GHz Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), in-conjunction with the one common MAC Task Group work
		Status	Work has been completed and is now part of the original Standard - Published as IEEE Std. 802.11-1997
		Update Status	Work has been completed on the ISO / IEC version of the original Standard - Published as 8802-11: 1999 (ISO/IEC) (IEEE Std. 802.11, 1999 Edition)
Task Group a	TGa	Scope of Project	The scope of the project is to develop a PHY to operate in the newly allocated UNII band.
		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as an amendment - Published as IEEE Std. 802.11a-1999
		Update Status	Work has been completed on the ISO / IEC version of the original Standard as an amendment - Published as 8802-11: 1999 (E)/Amd 1: 2000 (ISO/IEC) (IEEE Std. 802.11a-1999 Edition)
Task Group b	TGb	Scope of Project	The scope of the project is to develop a standard for a higher rate PHY in the 2.4GHz band
		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as an amendment - Published as IEEE Std. 802.11b-1999
Task Group b-cor1	TGb-Cor1	Scope of Project	The scope of this project is to correct deficiencies in the MIB definition of 802.11b
		Purpose of Project:	As the MIB is currently defined in 802.11b, it is not possible to compile an interoperable MIB. This project will correct the deficiencies in the MIB



		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as an amendment - Published as IEEE Std. 802.11b-cor1 2001
Task Group c	TGc	Scope of Project	To add a subclause under 2.5 Support of the Internal Sub-Layer Service by specific MAC Procedures to cover bridge operation with IEEE 802.11 MAC. This supplement to ISO/IEC 10038 (IEEE 802.1D) will be developed by the 802.11 Working Group in cooperation with the IEEE 802.1 Working Group.
		Purpose of Project:	To provide the required 802.11 specific information to the ISO/IEC 10038 (IEEE 802.1D) standard
		Status	Work has been completed and is now part of the ISO/IEC 10038 (IEEE 802.1D) Standard
Task Group d	TGd	Scope of Project	This supplement will define the physical layer requirements (channelization, hopping patterns, new values for current MIB attributes, and other requirements to extend the operation of 802.11 WLANs to new regulatory domains (countries)
		Purpose of Project:	The current 802.11 standard defines operation in only a few regulatory domains (countries). This supplement will add the requirements and definitions necessary to allow 802.11 WLAN equipment to operate in markets not served by the current standard
		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as an amendment - Published as IEEE Std. 802.11d 2001
Task Group e	TGe	Scope of Project	Enhance the 802.11 Medium Access Control (MAC) to improve and manage Quality of Service, provide classes of service, and enhanced security and authentication mechanisms. Consider efficiency enhancements in the areas of the Distributed Coordination Function (DCF) and Point Coordination Function (PCF)
		Purpose of Project:	To enhance the current 802.11 MAC to expand support for LAN applications with Quality of Service requirements. Provide improvements in security, and in the capabilities and efficiency of the protocol. These enhancements, in combination with recent improvements in PHY capabilities from 802.11a and 802.11b, will increase overall system performance, and expand the application space for 802.11. Example applications include transport of voice, audio and video over 802.11 wireless networks, video conferencing, media stream distribution, enhanced security applications, and mobile and nomadic access applications



		Status	Ongoing - Note: the Security portion of the Tge PAR was moved to the TGi PAR as of May 2001. TGe has completed letter ballot 51 with a 83% approval rate and is now in comment resolution.
Task Group f	TGf	Scope of Project	<p>To develop recommended practices for an Inter-Access Point Protocol (IAPP) which provides the necessary capabilities to achieve multi-vendor Access Point interoperability across a Distribution System supporting IEEE P802.11 Wireless LAN Links. This IAPP will be developed for the following environment(s):</p> <p>1) A Distribution System consisting of IEEE 802 LAN components supporting an IETF IP environment.</p> <p>2) Others as deemed appropriate</p> <p>This Recommended Practices Document shall support the IEEE P802.11 standard revision(s)</p>
		Purpose of Project:	<p>IEEE P802.11 specifies the MAC and PHY layers of a Wireless LAN system and includes the basic architecture of such systems, including the concepts of Access Points and Distribution Systems. Implementation of these concepts where purposely not defined by P802.11 because there are many ways to create a Wireless LAN system. Additionally many of the possible implementation approaches involve concepts from higher network layers. While this leaves great flexibility in Distributions System and Access Point functional design, the associated cost is that physical Access Point devices from different vendors are unlikely to inter-operate across a Distribution System due to the different approaches taken to Distribution System design. As P802.11 based systems have grown in popularity, this limitation has become an impediment to WLAN market growth. At the same time it has become clear that there are a small number of Distribution System environments that comprise the bulk of the commercial WLAN system installations</p> <p>This project proposes to specify the necessary information that needs to be exchanged between Access Points to support the P802.11 DS functions. The information exchanges required will be specified for, one or more Distribution Systems; in a manner sufficient to enable the implementation of Distribution Systems containing Access Points from different vendors which adhere to the recommended practices</p>
		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as a recommended practice.



Task Group g	TGg	Scope of Project	<p>The scope of this project is to develop a higher speed(s) PHY extension to the 802.11b standard. The new standard shall be compatible with the IEEE 802.11 MAC. The maximum PHY data rate targeted by this project shall be at least 20 Mbit/s. The new extension shall implement all mandatory portions of the IEEE 802.11b PHY standard.</p> <p>The project will take advantage of the provisions for rate expansion that are in place on the current standard PHY. The 802.11 MAC defines a mechanism for operation of stations supporting different data rates in the same area. The current 802.11b standard already defines the basic rates of 1, 2, 5.5 and 11 Mbit/s. The proposed project targets further developing the provisions for enhanced data rate capability of 802.11b networks.</p> <p>The 802.11 MAC currently incorporates the interpretation of data rate information and the computation of expected packet duration even if the specific station does not support the rate at which the packet was sent.</p>
		Purpose of Project:	To develop a new PHY extension to enhance the performance and the possible applications of the 802.11b compatible networks by increasing the data rate achievable by such devices. This technology will be beneficial for improved access to fixed network LAN and inter-network infrastructure (including access to other wireless LANs) via a network of access points, as well as creation of higher performance ad hoc networks
		Status	Work has been completed and is now part of the Standard as an amendment.
Task Group h	TGh	Scope of Project	Enhance the 802.11 Medium Access Control (MAC) standard and 802.11a High Speed Physical Layer (PHY) in the 5GHz Band supplement to the standard; to add indoor and outdoor channel selection for 5GHz license exempt bands in Europe; and to enhance channel energy measurement and reporting mechanisms to improve spectrum and transmit power management (per CEPT and subsequent EU committee or body ruling incorporating CEPT Recommendation ERC 99/23)
		Purpose of Project:	To enhance the current 802.11 MAC and 802.11a PHY with network management and control extensions for spectrum and transmit power management in 5GHz license exempt bands, enabling regulatory acceptance of 802.11 5GHz products. Provide improvements in channel energy measurement and reporting, channel coverage in many regulatory domains, and provide Dynamic Channel Selection and Transmit Power Control mechanisms



		Status	TGh has completed the 2nd Sponsor Recirculation Ballot with a 98% approval rating and is now in the comment resolution phase.
Task Group i	TGi	Scope of Project	Enhance the 802.11 Medium Access Control (MAC) to enhance security and authentication mechanisms
		Purpose of Project:	To enhance the current 802.11 MAC to provide improvements in security
		Status	Ongoing - Note: the Security portion of the Tge PAR was moved to the TGi PAR as of May 2001. TGi has completed WG Recirculation Letter Ballot 57 with a 78% approval rating and is now in the comment resolution phase.
Task Group j	TGj	Scope of Project	Enhance the 802.11 standard and amendments, to add channel selection for 4.9 GHz and 5 GHz in Japan to additionally conform to the Japanese rules for radio operation
		Purpose of Project:	To obtain Japanese regulatory approval by enhancing the current 802.11 MAC and 802.11a PHY to additionally operate in newly available Japanese 4.9 GHz and 5 GHz bands
		Status	Ongoing - Initial meeting January 2003 TGj has completed Letter Ballot 56 with an approval rating of 79% and is now in the comment resolution phase.
Task Group k	TGk	Scope of Project	To define Radio Resource Measurement enhancements to provide interfaces to higher layers for radio and network measurements
		Purpose of Project:	The original standard has a basic set of radio resource measurements for internal use only. These measurements and others are required to provide services; such as <i>roaming</i> , coexistence, and others; to external entities. It is necessary to provide these measurements and other information in order to manage these services from an external source
		Status	Ongoing - Initial meeting January 2003 and is preparing its first draft.
Task Group l	TGl	Scope of Project	Task Group "Letter - L" not to be used by the IEEE 802.11 Working Group for inclusion into the published standard
		Purpose of Project:	N/A
		Status	N/A
Task Group m	TGm	Scope of Project	Maintenance of the IEEE 802.11-1999 (reaff. 2003) standard
		Purpose of Project:	Maintenance of technical and editorial corrections to the 802.11-1999 (reaff. 2003) Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications standard
		Status	Initial meeting March 2003 (Subject to SEC approval of the Task Group PAR)
Study Group	SG	Investigates the interest of placing something in the Standard	



Study Group - 5GHz	5GSG	Scope of Project	Investigated the globalization and harmonization of the 5GHz band jointly with ETSI-BRAN, and MMAC
		Purpose of Project:	To provide one Worldwide 5 GHz WLAN Standard acceptable to ETSI-BRAN, and MMAC
		Status	Closed - Not Active
Study Group - High Throughput	HT SG	Scope of Project	Investigating the possibility of improvements to the 802.11 standard to provide high throughput
		Status	Ongoing - Initial meeting September 2002. PAR has been approved and will be on the SEC agenda for forming a task group in the July 2003 session.
Standing Committee	SC	A group that reports directly to the WG Chair that investigates or provides assistance	
Standing Committee – Publicity	PSC	Looks at how IEEE 802.11 can better "publicize" the standard by collecting data related to its use and operation	
		Status	Ongoing
Standing Committee - Wireless Next Generations	WNG SC	Scope of Project	Investigating the globalization and harmonization of WLANs jointly with ETSI-BRAN, and MMAC, including revisions to the 802.11 Standard
		Purpose of Project:	To provide one Worldwide, or Common Interface to WLAN Standards acceptable to ETSI-BRAN, and MMAC, plus refinements to the existing 802.11 Standard
		Status	Ongoing



ANEXO B: ASIGNACION DE ESPECTRO RADIOELECTRICO PARA Wi-F

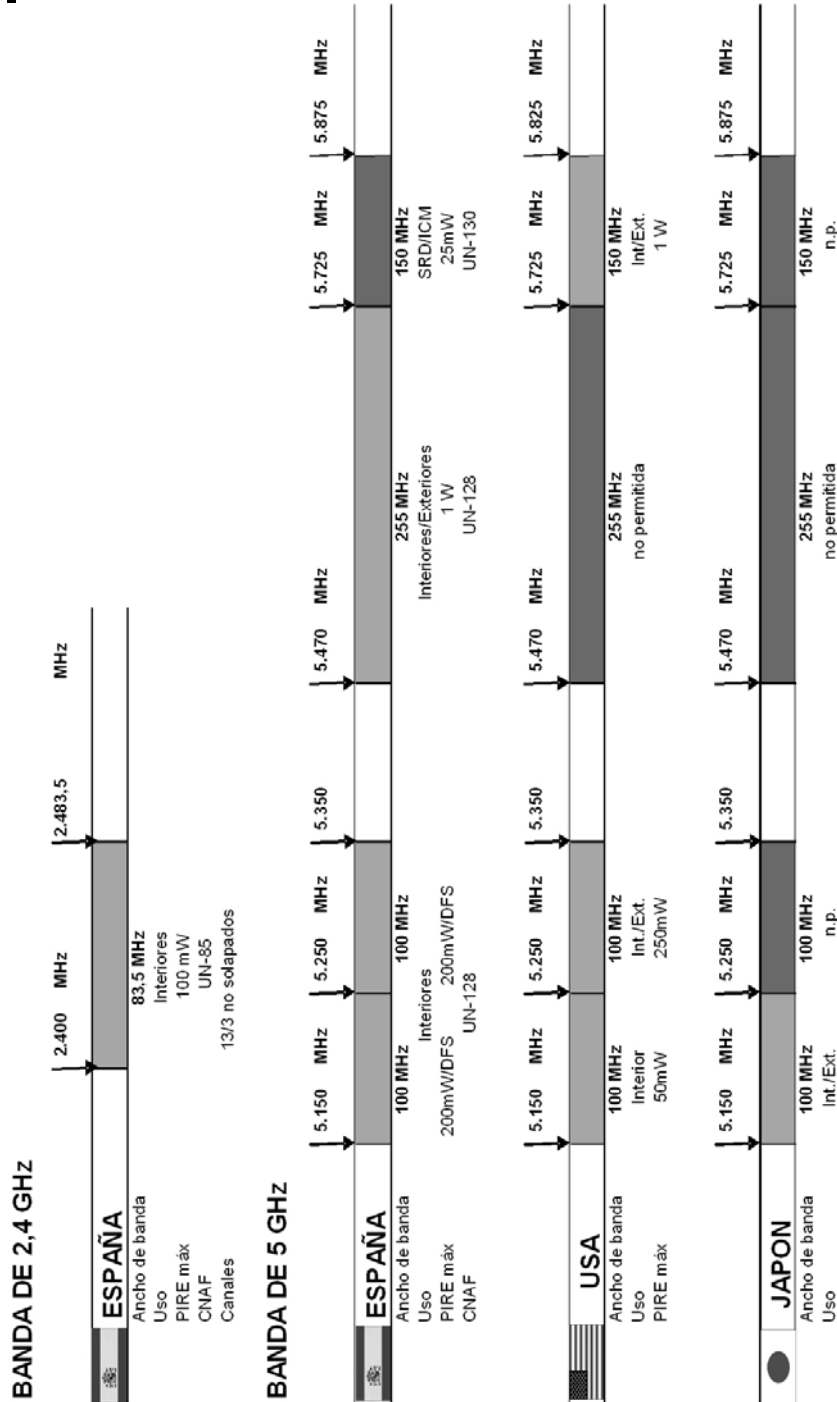


Figura 17: Asignación de espectro radioeléctrico para Wi-Fi
(FUENTE: propia)



ANEXO C: RESOLUCIONES DE LA CMT DE INTERÉS

A continuación se listan y se sintetizan las decisiones adoptadas por la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones (CMT) relativas al uso y despliegue de redes de telecomunicación que hagan uso de la tecnología WLAN conocida por Wi-Fi.

Decisiones del Consejo de la CMT, 19-12-2002

INFORME DANDO CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR "ASTER, SISTEMAS DE CONTROL, S.A." SOBRE EL TÍTULO NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICA (BANDA 2.4 GHZ) PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VOZ MEDIANTE PROTOCOLO IP (Expediente RO - 2002/7696)

Con fecha 24 de octubre de 2002, tuvo entrada en el Registro de la Comisión la consulta planteada por D. Pedro Rodríguez López de Lemus sobre la necesidad de obtener título habilitante y, en su caso, sobre la modalidad de título que sería necesario para el establecimiento y posterior explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica mediante enlaces de microondas (sistema wireless a 2,4 GHz) y la prestación (a través de dicha red) de servicios de voz y la transmisión de datos mediante IP (Voip) en zonas con problemas de cobertura telefónica a través, según manifiesta, de un acuerdo de interoperabilidad con un operador de telecomunicaciones con sus correspondientes títulos habilitantes.

Su escrito finalizaba formulando las siguientes cuestiones:

1. Si sería suficiente la Autorización Provisional para la prestación de servicios y establecimiento y explotación de red, o haría falta algún tipo de licencia individual al entenderse que esta red pudiera ser de carácter público.
2. Qué tipo de concesión o autorización sería necesaria para la instalación de esta red mediante microondas entre el acceso primario y las empresas a las que pretender dar servicio de telefonía IP.

A petición por parte de la CMT de ampliación de información, la entidad "ASTER, Sistemas de Control, S.L." (En adelante ASTER) haciendo suya la consulta anterior, presentó escrito al que acompañaba un informe titulado "Informe para el establecimiento de una red de telecomunicaciones inalámbrica y servicios de voz sobre IP"

En el citado informe, se procede a dar contestación parcial, a la información adicional que se le había requerido por la Comisión.



En concreto el informe remitido por ASTER aporta la información adicional que se extracta a continuación:

- Que el proyecto surge de la necesidad de proveer de cobertura telefónica y acceso a Internet de alta velocidad a distintas empresas, situadas en pedanías del término municipal de Cartaya, que disponen en la actualidad de teléfonos rurales de acceso celular (TRAC) que no les permite tener servicio de voz ni Internet de alta calidad. El proyecto, una vez implantado sería extensible a zonas con similares problemas.
- Que en la solución propuesta se integran dos tecnologías de última generación: voz IP y enlaces de microondas. Se conectarían un punto remoto mediante enlace de microondas con otro punto donde sí exista conexión telefónica. Entre estos dos puntos, la voz y los datos viajan sobre protocolo IP. Mediante el enlace de microondas se soluciona el problema de acceso a la red telefónica pública conmutada por falta de cobertura vía cable de los operadores de telefonía disponible al público.
- Por otra parte, la utilización del protocolo IP para la transmisión de voz consigue el ahorro de costes de comunicación entre las distintas delegaciones de una empresa, así como la integración de servicios y unificación de estructuras para la empresa.
- El diseño de la red sería tal que cada empresa sería un nodo de la red y se comunicarían vía radio con un nodo central que será el encargado de proveer el acceso a la red telefónica conmutada (RTC). En dicho punto central se localizaría un primario de un operador con licencia para establecer y explotar una red pública de telecomunicaciones y prestar el servicio telefónico disponible al público, siendo tal punto central el único punto de la red que está conectado directamente con la RTC. Los demás puntos de la red, que serán las empresas en este caso, se comunicarán con el central mediante un enlace de microondas. En el nodo central se instalará una centralita para dar servicio de voz y datos a todos los puntos conectados. El acceso a Internet se haría con caudal 1 Mbps.
- Los enlaces de microondas se realizarían a 2,4 GHz y a una velocidad de 11 Mbps.
- En cada punto de terminación de la red (empresa) los teléfonos utilizados serán teléfonos con tecnología IP, los cuales necesitan la misma conexión que la de un PC convencional; en el nodo central, la centralita IP gestionaría el enrutamiento de todas las llamadas y la facturación de las mismas a cada empresa.
- No va a existir una conexión directa entre las redes que se le ofrecen a cada una de las empresas clientes. Aunque las empresas que formen el sistema, sí estarán contenidas dentro de una red local, los usuarios de estos servicios no podrán tener acceso directo a los servicios ofrecidos en las redes de los otros clientes.
- El punto de terminación de red del operador que presta el servicio telefónico se encuentra en el acceso primario ubicado en el nodo emisor.



Tras analizar su competencia para resolver, la Comisión concluye:

Primero.- La utilización de las bandas de frecuencias radioeléctricas que ASTER manifiesta que va a utilizar en la red de telecomunicaciones objeto de la consulta, esto es la banda de 2,4 GHz a una velocidad de 11 Mbps, con una cobertura de 2 Km. aproximadamente y una potencia de emisión de las estaciones de entre 7 y 14 dBm, sería adecuada a lo previsto en la nota de utilización nacional UN – 85 del Cuadro Nacional de Frecuencias para sistemas de telecomunicaciones de baja potencia en exteriores de corto alcance. Por lo tanto, esta utilización del dominio público radioeléctrico tiene la consideración de uso común no requiriendo, a juicio de esta Comisión, de ningún tipo de título habilitante con respecto, exclusivamente, al uso del citado dominio público. No obstante, deberá tenerse en cuenta que las características radioeléctricas de los equipos que se utilicen deben ajustarse a las especificaciones ETSI ETS 300 328, ETS 300 440 o bien al estándar específico, si es el caso, y en base a lo anterior deberá realizarse la correspondiente evaluación de la conformidad.

Segundo.- Por el tipo de red y los servicios que se pretenden prestar a través de ellas, no nos encontramos en ninguno de los supuestos exceptuados por la normativa de telecomunicaciones de la necesidad de obtención del correspondiente título habilitante para el establecimiento o explotación de redes de telecomunicaciones y la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Tercero.- Que la modalidad del título habilitante exigible dependerá de las actividades que efectivamente se realicen, del modo en que se realice la prestación y la naturaleza de la red explotada, lo que genera una amplia tipología. No obstante, de la información aportada por la interesada se puede deducir que la red necesitará de los siguientes títulos:

1º. Una autorización General de tipo "A" para el establecimiento de redes privadas de telecomunicaciones ya que la explotación de la red descrita supone la prestación del servicio de telefonía en grupo cerrado de usuarios con conexión de la red privada a un punto de terminación de una red pública por la que se cursan la totalidad de las llamadas desde el grupo hacia el exterior y desde el exterior hacia el grupo.

2º. Una autorización general de tipo "C" para prestar el servicio de acceso a Internet si es que este servicio es prestado directamente por la propia ASTER. En el caso de que sea el operador con licencia el que provea el acceso a Internet o lo sea un tercer operador, el titular de la red objeto de esta consulta no necesitaría este título.

3º Una autorización provisional para la reventa del servicio telefónico fijo disponible al público siempre que el servicio se comercialice directamente



por ASTER en su propio nombre y derecho y no en el del operador con licencia que preste el servicio telefónico disponible al público.

Cuarto.- Que aun cuando no es objeto de la pregunta formulada por ASTER, la red descrita podría convertirse en una red pública de telecomunicaciones si se explotara como una red de acceso a cada uno de los puntos de terminación de la misma situados en las empresas a las que se ofrece el acceso por parte de los distintos operadores interesados en prestar servicios de telecomunicaciones a las diferentes empresas. Estaríamos ante una forma de explotación de una red pública de telecomunicaciones para la que la normativa sectorial requiere título habilitante que en este caso sería una licencia individual de tipo C2.

Cabría finalmente la posibilidad de que ASTER actuara frente a las empresas conectadas a la red como prestador del servicio telefónico disponible al público. En este caso, sería necesaria una licencia de tipo B.

Quinto.- Las conclusiones de este informe sobre los títulos habilitantes que serán necesarios para el establecimiento y explotación de la red y la prestación de los servicios descritos en la solicitud de ASTER han de interpretarse teniendo en cuenta que nos encontramos en un período de transposición de las previsiones de las Directivas que componen el "Paquete Telecom" y que posiblemente finalizará en un período de tiempo relativamente corto modificando sustancialmente el régimen de títulos habilitantes en materia de telecomunicaciones



Decisiones del Consejo de la CMT, 05-06-2003

SOLUCIÓN POR LA QUE SE DA CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR EL CONSORCIO LOCAL 'LOCALRET' (LOCALRET) SOBRE EL TÍTULO NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICA BASADAS EN EL ESTÁNDAR 802.11b DEL IEEE PARA POSIBILITAR LA COBERTURA DE ACCESO A INTERNET DE ALTA VELOCIDAD (Expediente RO - 2003/622)

Localret (consorcio de municipios catalanes que pretende dar acceso banda ancha a Internet en una serie de poblaciones) ha consultado a la CMT sobre la necesidad de obtener título habilitante y en su caso, sobre la modalidad de título necesario para el establecimiento y posterior explotación de una red de telecomunicaciones WLAN (Wi-Fi) a 2,4 GHz. Localret plantea 2 posibles escenarios:

- Red propiedad del ayuntamiento con o sin cobro a los usuarios finales por la oferta del servicio de acceso a Internet
- Red propiedad de una comunidad de usuarios (constituida legalmente y con apoyo del ayuntamiento) con cobro a los usuarios finales por la oferta del servicio de acceso a Internet

La respuesta de la CMT con respecto a la utilización del dominio público por la red de telecomunicaciones a la que se refiere la consulta es que la utilización de la banda de 2,4 GHz propuesta tiene la consideración de uso común no requiriendo de ningún tipo de título habilitante con respecto, exclusivamente, al uso del citado dominio público. Los equipos a utilizar deben cumplir con la normativa técnica mencionada en la nota UN-85.

En lo relativo al Título habilitante para la instalación de la red de telecomunicaciones que se propone y para la prestación de servicios sobre la misma, la respuesta es:

- Estamos ante una forma de explotación de una red pública de telecomunicaciones (sobre ella se va a prestar el servicio de telecomunicaciones disponible para el público de acceso a Internet) y la normativa sectorial requiere título habilitante. Como se requiere la utilización del dominio público radioeléctrico, queda dentro del ámbito de las licencias individuales del tipo C2 que habilitan para el establecimiento y explotación de una red pública de telecomunicaciones que utiliza el espectro radioeléctrico, sin que el titular pueda prestar el servicio telefónico disponible al público. La explotación de esta red permite la prestación del servicio de líneas susceptible de arrendamiento que es el servicio que se prestaría en este caso



- Localret no indica si el servicio de acceso a Internet lo va a proveer la misma entidad que explote la red u otra entidad distinta. En caso de que lo provea el propio ayuntamiento (o la asociación) necesitaría una autorización general del tipo C para dar servicio de transmisión de datos de acceso a Internet.

Con respecto a la posibilidad de que la actividad se realice sin contraprestación económica, la respuesta de la CMT es de qué se trata de una actividad liberalizada y no de un servicio de titularidad pública. La oferta gratuita del servicio de acceso a Internet y del uso de la red pública a los usuarios sería una actividad susceptible de producir distorsiones a la libre competencia en el servicio de acceso a Internet y en la explotación de la red pública de telecomunicaciones y, por tanto, contraria a los principios de la normativa en vigor en el sector de las telecomunicaciones



Decisiones del Consejo de la CMT, 09-10-2003

RESOLUCIÓN POR LA QUE SE DA CONTESTACIÓN A LA CONSULTA FORMULADA POR 'AUNA OPERADORES DE TELECOMUNICACIONES, S.A.' SOBRE LOS TÍTULOS HABILITANTES NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS DE TELECOMUNICACIONES DE TECNOLOGÍA 'Wi-Fi', QUE UTILICEN LAS BANDAS DE FRECUENCIAS DE 2.400 A 2.483,5 MHz Y DE 5.470 A 5.725 MHz.

(Expediente RO - 2003/1240)

Con fecha 11 de Agosto de 2003 el Grupo AUNA plantea a la CMT una consulta acerca de la validez e idoneidad de los títulos habilitantes de telecomunicaciones ostentados por los diferentes operadores que conforman dicha entidad, para poder establecer y explotar redes inalámbricas de tecnología Wi-Fi, con el objeto de prestar servicios de provisión de acceso a Internet de banda ancha.

El Grupo AUNA expone los títulos habilitantes de los que son titulares los operadores que integran el grupo:

AUNA TELECOM es titular de una licencia individual de tipo B1, habilitante para establecer y explotar redes y servicios de telecomunicaciones fijas, e incluye una concesión demanial aneja para establecer y explotar redes públicas fijas de acceso local vía radio (comúnmente denominadas de 3,5GHz y 26GHz).

AMENA es titular de dos licencias individuales de tipo B2, habilitantes para establecer y explotar redes y servicios de telecomunicaciones móviles en las modalidades DCS-1800 y UMTS.

Ambos operadores son titulares de sendas autorizaciones generales de tipo C, habilitantes para prestar servicios de transmisión de datos, incluido el servicio de provisión de acceso a la red Internet.

A la vista de la información presentada por el Grupo y tras revisar que efectivamente la CMT es competente para el estudio de esta consulta, concluye:

PRIMERO.- La utilización de las bandas de frecuencias radioeléctricas a las que se refiere la consulta del GRUPO AUNA, esto es, las bandas de frecuencias de 2.400 a 2.483,5 MHz (2,4 GHz) y de 5.470 a 5.725 MHz (5 GHz) es adecuada a lo previsto en las notas de utilización nacional UN – 85 y UN - 128 del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) para establecer redes y sistemas de telecomunicaciones inalámbricos de baja potencia en exteriores de corto alcance soportadas en la tecnología comúnmente denominada Wi-Fi. Por lo tanto, esta utilización del dominio público radioeléctrico tiene la consideración de uso común (artículos 12 y 13 de la Orden de 9 de marzo de 2000, por la que se



aprueba el Reglamento de Desarrollo de la LGT en lo relativo al uso del dominio público radioeléctrico), no requiriendo, a juicio de esta Comisión, de ningún tipo de título habilitante con respecto, exclusivamente, al uso del citado dominio público.

SEGUNDO.- En consecuencia, y dado el tipo de redes y los servicios que se pretenden prestar a través de ellas por parte de los operadores de telecomunicaciones integrados en el GRUPO AUNA, los títulos habilitantes de telecomunicaciones ostentados por AUNA y por AMENA son suficientes tanto para establecer y explotar redes inalámbricas Wi-Fi como para prestar sobre las mismas servicios de provisión de acceso a Internet de banda ancha:

En lo referente al establecimiento y explotación de redes inalámbricas Wi-Fi, incluyendo el servicio de circuitos alquilados, son suficientes las licencias individuales de tipo B1 y B2 de titularidad de los operadores de telecomunicaciones del GRUPO AUNA, ya que AUNA TELECOM ostenta una licencia individual de tipo B1, con una concesión demanial aneja para establecer y explotar redes públicas fijas de acceso local vía radio (inalámbricas); y AMENA ostenta dos licencias individuales de tipo B2, que habilitan para establecer y explotar redes móviles (inalámbricas) de telecomunicaciones.

En lo relativo a la prestación de servicios de provisión de acceso a Internet de banda ancha soportados en dichas redes inalámbricas Wi-Fi, son suficientes las autorizaciones generales de tipo C de titularidad de los operadores de telecomunicaciones del GRUPO AUNA, ya que AUNA TELECOM y AMENA ostentan cada uno una autorización general de tipo C, habilitante para prestar el servicio de transmisión de datos de acceso a Internet.

TERCERO.- Las conclusiones de este Informe sobre los títulos habilitantes que serán necesarios para el establecimiento y explotación de la red y la prestación de los servicios descritos en la consulta del GRUPO AUNA han de interpretarse teniendo en cuenta que nos encontramos en un período de incorporación de las previsiones de las Directivas que componen el “Paquete Telecom” y que posiblemente finalizará en un período de tiempo relativamente corto modificando sustancialmente el régimen jurídico de títulos habilitantes de telecomunicaciones actualmente vigente y antes descrito.



Decisiones del Consejo de la CMT, 13-11-2003

RESOLUCIÓN POR LA QUE SE RESUELVE LA CONSULTA FORMULADA POR 'BÉTICA INGENIERÍA Y DESARROLLO, S.L.' SOBRE LOS TÍTULOS HABILITANTES DE TELECOMUNICACIONES NECESARIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS DE TELECOMUNICACIONES DE TECNOLOGÍA 'Wi-Fi', QUE UTILICEN LA BANDA DE FRECUENCIAS DE 2.400 A 2.500 MHZ. (Expediente RO - 2003/1418)

La consulta presentada por Bética Ingeniería y Desarrollo, S.L. hace referencia a la intención de desplegar “una red de enlaces en el término municipal de Cartaya. Esta red estaría destinada al uso interno de las instalaciones del Ayuntamiento, en configuración de red privada o de uso interno. Esta configuración sería exportable a otras zonas, entre ellas algunas zonas o áreas de la provincia de Córdoba. Asimismo, las salidas de conmutación al exterior o a tráfico interior, servicio, ..., se harían a través de un operador”. Adjunto a la consulta se presenta un borrador del proyecto. Concretamente, Bética Ingeniería y Desarrollo, S.L. solicita información sobre las potencias máximas en uso público, así como la posibilidad de que sean asignados canales de uso privado en la banda 2400 – 2500 MHz o cercanos a estas bandas o información de bandas en las que puedan ser asignados canales privados en enlaces digitales, y las autorizaciones administrativas que fuesen necesarias para la explotación de este servicio.

La CMT tras analizar su competencia para resolver y analizar la pregunta, concluye:

Primero.- La utilización de la banda de frecuencias de 2,4 GHz para el establecimiento de una red inalámbrica Wi-Fi deberá ajustarse a las Notas de utilización nacional UN-85 del CNAF para sistemas de telecomunicaciones de baja potencia en redes de interiores o de exteriores de corto alcance y la banda de 5 GHz para el establecimiento de redes de área local de altas prestaciones se deberá ajustarse a las condiciones establecidas en la Nota de utilización nacional UN-128 del CNAF. En ambas notas, para la prestación de estos servicios, la utilización del dominio público radioeléctrico tiene la consideración de uso común (artículos 12 y 13 de la Orden de 9 de marzo de 2000), no requiriendo de ningún tipo de título habilitante con respecto, exclusivamente, al uso del citado dominio público radioeléctrico. (Artículo 45 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre).

Segundo.- Bética Ingeniería y Desarrollo, S.L. deberá comprobar que cumple con los requisitos de capacidad del artículo 6 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, y notificar a esta Comisión su intención de explotación de la red o la prestación del servicio, antes del inicio de la actividad. Dicha notificación deberá



ser fehaciente y el interesado se deberá someter a las condiciones previstas para el ejercicio de la actividad que desea realizar. El presente certificado se expide al amparo de lo previsto en el artículo 27.5 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común y el Artículo 23.2 de la Orden de 9 de abril de 1997, por la que se aprueba el Reglamento de Régimen Interior de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, con anterioridad a la aprobación del Acta de la sesión correspondiente.



Decisiones del Consejo de la CMT, 20-11-2003

RESOLUCIÓN SOBRE LA SOLICITUD FORMULADA POR LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PROVEEDORES DE SERVICIO DE INTERNET (AEPSI) REFERENTE A CUESTIONES RELACIONADAS CON LA PRESTACIÓN DE SERVICIO DISPONIBLE AL PÚBLICO MEDIANTE REDES LOCALES INALÁMBRICAS.

(Expediente MTZ - 2003/793)

En su escrito, AEPSI hace referencia a la existencia de situaciones que se pueden definir como “redes abiertas ciudadanas” que amplían el concepto de redes de área local al ámbito de las comunidades de vecinos. Estas iniciativas son de ámbito exclusivamente local y tienen como característica común su gratuidad. Asimismo, consisten en compartir de forma altruista distintos nodos que permiten el acceso a Internet, a los cuales se conecta un número indeterminado de internautas para navegar por la red. Por otra parte, también menciona la aparición de alternativas comerciales que ofrecen el servicio mediante la instalación de múltiples “Hot-spots” o puntos de acceso en lugares públicos cuya inversión se rentabiliza a través de la explotación comercial de la red. En su escrito AEPSI considera que la situación descrita en el párrafo anterior no garantiza la explotación comercial de este servicio con las mínimas condiciones de calidad y seguridad. Lo anterior, unido a un marco regulatorio no definido para los operadores que están apostando por este servicio, puede redundar en un claro perjuicio para los Prestadores de Servicios de Internet (en adelante, PSIs), que realizan grandes esfuerzos en inversión, innovación y calidad en la prestación del servicio de acceso a Internet a sus clientes. También se indica que TELEFÓNICA DE ESPAÑA, S.A.U (en adelante Telefónica) ha hecho público su interés por fomentar y desarrollar el uso de esta tecnología, para ampliar su espectro de servicio y añadir nuevas formas comerciales de explotación de servicios de acceso a Internet, especialmente de aquellos basados en la tecnología de acceso ADSL. Por último, expone AEPSI que la posición preponderante en el mercado de servicios ADSL alcanzada por Telefónica le permite con gran facilidad la extensión de la posición de dominio lograda en dicho mercado al mercado conexo de servicios de acceso a redes locales inalámbricas.

Por todo ello, AEPSI solicita a esta Comisión:

I. Que adopte las medidas necesarias para permitir el desarrollo ordenado de la explotación comercial de servicios de acceso a Internet a través de redes locales inalámbricas, garantizando la prestación del servicio en unas condiciones adecuadas de calidad, seguridad y transparencia para los usuarios finales, mediante la obtención con carácter previo del correspondiente título habilitante por parte de las empresas que están realizando la explotación comercial de este servicio.



II. Que se requiera a Telefónica la remisión de toda la información relativa a la prestación del servicio consistente en el establecimiento y explotación de redes locales inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11x a sus filiales en el tramo mayorista, garantizando los principios de transparencia y no discriminación que está obligada a cumplir.

Tras iniciado el correspondiente procedimiento administrativo, petición de información a Telefónica, respuesta de esta y realizado el correspondiente trámite de audiencia, esta Comisión hizo el siguiente análisis de las solicitudes de AEPSI referente a la solicitud de adopción de medidas para el establecimiento de redes locales inalámbricas.

Primero. Identificación de escenarios.

En su escrito, AEPSI manifiesta que esta Comisión debe adoptar las medidas necesarias para permitir el desarrollo ordenado de la explotación comercial de servicios de acceso a Internet a través de redes locales inalámbricas, garantizando la prestación del servicio en unas condiciones adecuadas de calidad, seguridad y transparencia para los usuarios finales, mediante la obtención con carácter previo del correspondiente título habilitante por parte de las empresas que están realizando la explotación comercial de este servicio.

Esta Comisión estima que la solicitud de AEPSI en lo referente a la determinación del correspondiente título habilitante ya ha quedado en parte resuelta con la contestación a la consulta de LOCALRET anteriormente detallada; sin embargo, en la misma no se contempla toda la casuística que se puede producir a la hora de prestar servicios mediante redes inalámbricas utilizando los estándares IEEE 802.11x. A tales efectos, se pretende clarificar los diferentes tipos de prestación de servicio disponible al público utilizando redes inalámbricas, a cambio de una remuneración por el uso de la red, sin entrar a valorar cualquier tipo de servicio en autoprestación o a nivel particular.

Pertenece a este último caso la instalación de redes inalámbricas en el interior de edificios para evitar el cableado en los mismos, o la compartición de un acceso a Internet (suministrado por un proveedor de acceso a Internet con la autorización correspondiente) por varios miembros de un inmueble, siempre que se realice en unas determinadas condiciones que cumplan la legalidad vigente, de forma que no se superen los niveles de transmisión de potencia permitidos.

En efecto, se trata de exponer el marco en el que se encuadra el establecimiento de una red inalámbrica que puede estar formada por uno o más puntos de acceso, desde la cual se preste un servicio disponible al público. Dicha red está compuesta no sólo por la antena y el punto de acceso, sino también por los sistemas de tarificación, autenticación y validación. En primer lugar ha de



realizarse una enumeración de los distintos escenarios posibles analizando y determinando el servicio que se presta y las condiciones que debería cumplir.

Esta enumeración pretende ser exhaustivo pero dado el rápido desarrollo tecnológico que se está produciendo en este campo y sus posibles aplicaciones prácticas, no pretende ser una foto fija de la situación ni describir una situación inamovible. Así, los distintos posibles escenarios detectados son:

I. El propietario de un establecimiento o emplazamiento en el que se produce una gran afluencia de público (Hotel, Aeropuerto, Centro de convenciones...) puede ofrecer a sus clientes o visitantes un servicio de acceso a Internet mediante redes inalámbricas que se concreta en el área de cobertura del elemento o elementos transmisores. El área de cobertura se reduce al interior del edificio y zonas exteriores anejas pertenecientes al mismo inmueble. Este mismo servicio se podría replicar mediante el cableado de dicho edificio ofreciendo conexiones alámbricas en el interior de los edificios. Si fuese el propietario del inmueble quien ofreciese el servicio de acceso a Internet actuando como PSI debería notificarlo a esta Comisión, con arreglo al nuevo marco regulatorio, de la misma forma como antes tenía que solicitar una autorización general tipo "C" para dar el servicio de acceso a Internet, no siendo necesaria esta notificación cuando es otra entidad la que presta el servicio, en cuyo caso sería ésta quien debería realizar dicha notificación.

II. Agregación de varios emplazamientos que ofertan este mismo servicio de acceso a Internet de manera conjunta, en las mismas condiciones que el caso anterior. Éste puede ser el caso de una cadena de hoteles, de una cadena de cafés o el caso de una empresa que se ocupe de agregar diferentes emplazamientos para ofertar una solución conjunta, que incluye la facturación, gestión, y logística, para lo cual debe llegar a un acuerdo con los propietarios de los emplazamientos. En este supuesto también se debe seguir prestando el servicio en interiores o en exteriores colindantes siempre que sigan perteneciendo a la misma propiedad. Esta solución puede permitir ofrecer una oferta más o menos amplia para la prestación del servicio de acceso a Internet en distintas localizaciones de interés para el posible usuario, de forma que éste conozca que dispone de un servicio determinado con antelación a su visita.

Debido a que la agregación de los lugares (hoteles, cafeterías, aeropuertos...) donde se ofrece este tipo de servicio tiene que ser realizada por una entidad que gestione la cobertura en dichos puntos ofreciendo un servicio global, el prestador de servicio suele ser distinto a los propietarios de los lugares. En cualquier caso, se considera que quien preste el servicio en interiores y en exteriores anejas a los edificios deberá notificar a esta Comisión que va a prestar el servicio de acceso a Internet.



III. Establecimiento de una red que permite ofrecer un servicio de acceso a Internet disponible al público tanto en exteriores como en interiores en todo el área geográfica en la que preste cobertura, que podría englobar varias localidades. En esta situación se podrían utilizar antenas directivas para conectar usuarios en una ubicación fija con un mayor rango de cobertura. Este operador de red establece su propia infraestructura utilizando el dominio público, como realizan otros operadores que poseen títulos habilitantes. Una variante de este caso es el que puede darse si se produce la utilización de estos equipos para la sustitución de enlaces punto a punto (el coste es mucho menor). Este caso también supone un uso exterior de las redes inalámbricas. Otra variante sería el establecimiento de una red que cubriese totalmente un área en la que se permitiese movilidad donde existiese cobertura, permitiendo un *roaming* similar al que se da en los operadores móviles. De esa forma se ofrecería un servicio de acceso a Internet móvil en todo el área de cobertura (tanto en interiores como en exteriores). Este caso corresponde al descrito en la Resolución del 5 de junio de 2003 (LOCALRET), donde se analiza el supuesto de una red de telecomunicaciones que ofrece un servicio disponible al público mediante el establecimiento de una red de acceso y transporte que podría ser replicada por cualquier otro medio o combinación de los mismos (cable, cobre, otras tecnologías inalámbricas como LMDS y radioenlaces). En ese caso era necesario tener una licencia individual. Debido a que se hace uso del espectro (aunque no haya que obtener la concesión ni autorización demanial) quedaba dentro del ámbito de las licencias de tipo C2 que habilitaban para el establecimiento y explotación de una red pública de telecomunicaciones que utiliza el espacio radioeléctrico, sin que el titular pudiese prestar el servicio telefónico disponible al público. Si el operador prestaba servicio de transmisión de datos también necesitaba una autorización tipo C. Una red que ofreciese un servicio de acceso a Internet móvil en su área de cobertura proporcionando la posibilidad de “*handover*” al usuario en todo el área, también habría necesitado los mismos títulos habilitantes. Tras la aprobación de la nueva LGTel, será necesaria la comunicación a esta Comisión del servicio a prestar por el operador correspondiente.

IV. El prestador de servicio pretende dar servicio telefónico disponible al público en el área de cobertura para lo que se crea una red de acceso y transporte. Debido a las características del estándar de las redes inalámbricas se tratará de prestar servicio mediante VoIP (voz sobre IP). Aunque la interfaz que ofrecen al cliente esté normalizada, se deberá estudiar a la hora de autorizar este servicio disponible al público, cómo afecta a dicha prestación el uso común del espectro puesto que no permite protección contra interferencias y debido a ello no permite asegurar una calidad de servicio. Como en el caso anterior, se podría tener una antena fija en el receptor con lo que se aumentaría el área de cobertura. Otra posibilidad sería considerar una red que permitiese un servicio telefónico móvil disponible al público dentro de la zona de cobertura. Se trataría de una red que permite una movilidad reducida dentro del área en la que se presta servicio (podría darse el caso que se cubriera un municipio). Si el operador pretende dar servicio telefónico disponible al público se abren una serie



de escenarios que primeramente pasan por una consulta al Ministerio para evaluar este uso del espectro, estudiando la idoneidad del mismo para la prestación del servicio de voz puesto que debido a su atribución como uso común dificulta la consecución de niveles de calidad de servicio aceptables. El operador que pretenda prestar servicios de voz, necesitará notificarlo a esta Comisión, al igual que si pretendiese ofrecer un servicio de datos. V. Varios usuarios comparten de común acuerdo sus conexiones a Internet (que puede obtenerse a través cable, ADSL, LMDS) mediante la instalación de equipos radioeléctricos en estas bandas que emiten hacia el exterior de forma tal que puedan acceder a Internet desde distintas ubicaciones, siempre y cuando éstas estén bajo la cobertura de dichos equipos radioeléctricos. El operador que permite el acceso recibe las cuotas de sus abonados, que deciden compartir este servicio de forma gratuita. Ello no quiere decir que este uso esté validado ni contemplado en el contrato que se firma con el proveedor de servicios (como indica AEPSI en sus alegaciones en las que expone que la prestación del servicio ADSL se limita exclusivamente al ámbito del domicilio del cliente sin que éste pueda revenderlo o compartirlo con terceros), pero no se considera que funcione como un operador que preste un servicio disponible al público. Al no tratarse de un operador de comunicaciones electrónicas no podrá requerir el uso del dominio público ni percibir subvenciones públicas ni cobrar por el servicio, puesto que en ese caso se estaría en el escenario III.

Como establece la Recomendación de la Comisión Europea del 20 de marzo de 2003 relativa a la armonización del suministro de acceso público R-LAN a las redes y servicios de comunicaciones electrónicas de la Comunidad, que recomienda *“Que, al aplicar las medidas de aplicación de las Directivas 2002/20/CE y 2002/21/CE, los Estados miembros permitan el suministro de acceso público R-LAN a las redes y servicios públicos de comunicaciones electrónicas en las bandas disponibles de 2,4 GHz y 5 GHz, en la medida de lo posible sin condiciones específicas al sector o, en casos justificados, solo sujeto a autorización general”*.

Una propuesta que se podrá contemplar por parte de los diferentes PSIs que utilicen redes inalámbricas, para favorecer el uso de las mismas y el desarrollo del servicio, es llegar a acuerdos entre ellos con el fin de favorecer el *roaming* o itinerancia de sus usuarios, es decir, que un usuario pueda mediante el contrato con su PSI, utilizar la infraestructura de otros. Se llegaría a acuerdos de facturación entre los distintos prestadores de servicio, aumentando de esa manera el número de emplazamientos que puede utilizar el usuario. Esto implicará llegar a acuerdos para la autenticación y autorización de los usuarios provenientes de otros PSIs. Previamente, se deberá generalizar el servicio, siendo esta una opción que evitaría el aumento indiscriminado de instalaciones y a cambio, el usuario final vería aumentar el número de ubicaciones donde podría recibir el servicio.



Segundo. Prestadores de titularidad pública.

En relación con las conductas alegadas por AEPSI, relativas a Entidades Públicas ha de señalarse lo siguiente: La prestación de un servicio de telecomunicación es una actividad de interés general liberalizada, no un servicio de titularidad pública. Una corporación municipal, directamente o a través de un tercero, puede intervenir en el mercado de las telecomunicaciones como un agente económico más, compitiendo con el resto de operadores en la actividad de provisión al público de servicios de acceso a Internet y estableciendo y explotando redes de telecomunicaciones. El artículo 8.4 de la LGTel indica que 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 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 Telecomunicaciones podrá imponer condiciones especiales que garanticen la no distorsión de la libre competencia. A este respecto, ha de traerse a colación la conclusión cuarta de la Resolución de LOCALRET, que consideraba que la oferta gratuita del uso de la red pública a los usuarios era susceptible de producir distorsiones a la libre competencia. No obstante, esta Comisión estimó la necesidad de examinar detenidamente la oferta en los casos en los que no existiera ningún operador ofreciendo dicho servicio en el área que en la que se pretendiera prestar el mismo. En este sentido, esta Comisión indicó en esta Resolución que los eventuales efectos negativos que, en el caso concreto planteado por LOCALRET, pudieran derivarse del servicio gratuito de acceso a Internet, por parte de las Corporaciones a las que se refería la consulta eran prácticamente inexistentes, y en consecuencia, no se estimó necesario que esta Comisión estableciera a priori condiciones para salvaguardar la misma. Sin embargo, también esta Comisión señaló que deberían analizarse los casos en los que las Administraciones estén subsidiando la instalación de red si no se cobraba por el uso de la misma, caso por caso, para poder evitar situaciones de distorsión de la libre competencia. Lo anterior, según esta Comisión, no impide para que, en aplicación de lo establecido en el artículo 25.2 de la LGTel el Estado pueda imponer obligaciones de servicio público, previo informe de la Comisión del Mercado de Telecomunicaciones, motivadas bien por razones de cohesión territorial, bien para favorecer la extensión del uso de nuevos servicios y tecnologías, fundamentalmente en sanidad, educación o cultura, o para facilitar la comunicación entre determinados colectivos que se encuentren en circunstancias especiales e insuficientemente atendidos. También en el caso de que se deba facilitar la disponibilidad de servicios que comporten la acreditación fehaciente del contenido del mensaje remitido o de su remisión o recepción

Tercero. Conclusiones sobre la solicitud de AEPSI de adoptar determinadas medidas.



En su primera petición, AEPSI requiere que se adopten las medidas necesarias para permitir el desarrollo ordenado del servicio de redes locales inalámbricas, garantizándolo en unas condiciones adecuadas de calidad, seguridad y transparencia para los usuarios finales, mediante la obtención con carácter previo del correspondiente título habilitante por parte de las empresas que realicen la explotación comercial del servicio. AEPSI solicita que se garantice la calidad, la seguridad y transparencia en la prestación de los servicios pero, debido a que se prestan en una banda de uso común, existen parámetros básicos para la calidad que no se pueden garantizar (no existe protección contra interferencias) ya que nadie disfruta de la utilización en exclusiva de dicho espectro. Una correcta planificación del uso del espectro por parte de los operadores, y un registro que permitiese conocer los puntos de acceso de los diferentes operadores optimizarían la utilización del mismo.

En relación a la seguridad en las comunicaciones, esta Comisión señala que éste es un aspecto no relacionado con el uso del espectro, puesto que para su consecución es necesaria la existencia de protocolos en el propio estándar o de aplicaciones de valor añadido que se sitúen a un nivel diferente de la propia conectividad. Esto permitirá satisfacer los requerimientos y los derechos de los clientes.

Por su parte, a juicio de esta Comisión, la transparencia en la prestación de los servicios se alcanza mediante una oferta clara y detallada de las prestaciones de los mismos, indicando donde se puede recibir el servicio y teniendo en cuenta que pueden coexistir varios operadores en un mismo lugar. Esto último puede llevar a que se produzcan interferencias que degraden el servicio. Esta Comisión considera recomendable que si el servicio se generaliza y las redes crecen de forma que su propio crecimiento genere problemas para el servicio (interferencias, disputas sobre dominio público) se favorezcan el establecimiento de negociación entre los operadores para alcanzar acuerdos de *roaming* entre las partes, sin condicionantes previos ni la imposición de medidas preventivas. Esta recomendación va en línea con los estudios que se están realizando en la Comisión Europea y con los primeros acuerdos que se están alcanzando en Europa. En el Reino Unido BT permite el uso de su red Wi-Fi llamada “*Openzone*” por parte de los usuarios de Vodafone y Orange.

La aparición de acuerdos no cabe duda que generalizará el servicio, siempre que supongan el incremento de emplazamientos donde el usuario pueda acceder a dicho servicio, puesto que hará que se mejore la calidad del servicio que reciben los usuarios que podrán disponer de mejores prestaciones sin tener que tener diferentes contratos con los distintos prestadores del servicio.

Mediante la presente resolución, esta Comisión ha detallado los requisitos exigibles por el actual marco normativo vigente para la prestación comercial de servicios de acceso mediante redes locales inalámbricas y realizado propuestas



como la notificación e inscripción en un **Registro** de los emplazamientos con uso en exteriores y favorecer el establecimiento de negociaciones para alcanzar acuerdos de **roaming**. No obstante, ante la continua innovación tecnológica en estas bandas, la reciente apertura de las bandas de 5 GHz para la prestación de estos servicios, el previsible incremento del número de los operadores que pretendan utilizar las mismas para la prestación de servicios comerciales, la posibilidad de prestar servicios de voz disponibles al público, la evaluación de los hipotéticos efectos que para la salud pública puedan tener el incremento de redes inalámbricas, las recomendaciones que emanan de la Comisión Europea con el fin de promover el empleo de estas frecuencias para prestación de servicios de comunicaciones electrónicas disponibles al público y teniendo en cuenta que la gestión y optimización del uso del espectro está atribuida a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (en adelante, SETSI), en concreto a la Subdirección General de Planificación y Gestión del Espacio Radioeléctrico. Estas medidas, solicitadas por AEPSI, afectan, fundamentalmente, al uso y gestión del espectro radioeléctrico no correspondiendo su adopción a esta Comisión, sino a la SETSI.

En relación a las alegaciones de AEPSI referente a la existencia de operadores que pudiesen estar prestando servicios de comunicaciones sin notificarlo previamente, tales conductas generarían la comisión de infracciones tipificadas en la LGTel. Así, en concreto, el artículo 53.t) de la LGTel considera infracción muy grave la explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas sin cumplir los requisitos exigibles para realizar tales actividades establecidos en esa Ley, entre los que cabe señalar la ausencia de notificación a esta Comisión por el titular de una red de telecomunicaciones o el prestador del servicio al que se refiere el artículo 6.2 de la LGTel.

Por otro lado, ha de mencionarse la alegación expresada por AEPSI referida al cumplimiento del artículo 7.3 de la Ley 11/1998, General de Telecomunicaciones en consonancia con el artículo 1.Dos.1 de la Ley 24/1997, de Liberalización de las Telecomunicaciones (leyes actualmente derogadas), con el objeto de que previamente a la autorización por parte de esta Comisión a un determinado organismo público o corporación local para la prestación de servicios de acceso a Internet con carácter gratuito, deben estudiarse las condiciones reales y efectivas de competencia existentes en ese determinado municipio. Ante esta alegación cabe señalar que esta Comisión no ha otorgado ninguna licencia sin antes estudiar los posibles efectos distorsionadores sobre la competencia en relación con el modo de tarificación del servicio y, más concretamente, en el supuesto de que el prestador del servicio fuera un organismo público situado en un municipio o agrupación de municipios donde existan otras alternativas para la prestación del servicio de telecomunicaciones, y se pretenda ofrecer el servicio de manera gratuita.



RESOLUCIÓN POR LA QUE SE ACUERDA LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR CONTRA LA ENTIDAD PROYECTO ATARFE, S.A., POR EL PRESUNTO INCUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIBLES PARA LA EXPLOTACIÓN DE LAS REDES Y LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS

PRIMERO.- Con fecha 12 de enero de 2004 la entidad TV ATARFE, S.L. (en adelante, TV ATARFE), presenta una denuncia contra el AYUNTAMIENTO DE ATARFE por estar el citado Ayuntamiento, a su juicio, incumpliendo la normativa vigente para la prestación de servicios de telecomunicaciones, además de ir en contra de determinadas resoluciones dictadas por esta Comisión e incurrir en una posible distorsión de la libre competencia en el mercado de los servicios de Internet, al prestar dicho servicio de forma gratuita para todos los usuarios, debiendo éstos sufragar un coste mínimo.

(...)

FUNDAMENTOS DE DERECHO

I. SOBRE LAS ACTUACIONES PREVIAS A LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR.

(...)

3. Valoración de las actuaciones practicadas en el período de información previa.

3.a) Denuncia presentada por la entidad TV ATARFE, S.L., de 30 de diciembre de 2003 y de los documentos que la acompañan. De la denuncia y de la documentación aportada se desprenden indicios de que, en el municipio de Atarfe (Granada), por medio de la propia Corporación Municipal, o con el patrocinio de ésta, con fecha 26 de diciembre de 2003, se pudo haber inaugurado un sistema, dentro del denominado Proyecto "Atarfe es Sociedad del Conocimiento", consistente en la implantación de una red de comunicaciones electrónicas con tecnología WIFI con cobertura en todo el municipio y cuya finalidad sería la de ofrecer acceso en banda ancha a la red Internet a los hogares de la citada Localidad. Tales indicios se derivan de, entre otros documentos, una carta dirigida por el Alcalde de Atarfe a las familias residentes en el Municipio en la que se informa del Proyecto y de su inauguración y se les anima a incorporarse al mismo. Asimismo, se desprende de determinadas informaciones obtenidas de Páginas WEB cuyas impresiones se acompañan a la denuncia. Además, con fecha 29 de marzo de 2004, ha tenido entrada un nuevo escrito del representante legal de TV ATARFE al que adjunta una copia de un contrato de conexión a Internet supuestamente suscrito entre PROYECTO ATARFE y un cliente del servicio en el mes de enero de 2004.



3.b) Contestación del Alcalde del Ayuntamiento de Atarfe. Del informe remitido por el Sr. Alcalde del Ayuntamiento de Atarfe, se desprende que el Ayuntamiento no estaría, en ningún caso, realizando la actividad objeto de denuncia, sino que ésta sería realizada por la mercantil PROYECTO ATARFE, S.A. Según el citado informe, la actividad no se estaría realizando todavía sino que, en las fechas denunciadas, la actividad estaría en proceso de estudio e implantación.

3.c) Documentación aportada con el escrito de notificación de inicio de la actividad por PROYECTO ATARFE, S.A. De la documentación técnica aportada por la citada entidad (Informe de entrega final), se desprende que la red de comunicaciones electrónicas estaba ya instalada el día 23 de enero de 2004, esto es, antes de la fecha en la que se presentó, ante esta Comisión, la notificación a que se refiere el artículo 6 de la LGTel.

3.d) Valoración de los elementos de juicio.

Del examen de los escritos de denuncia presentado por TV ATARFE y la AOTEC, y de las alegaciones y documentos adjuntos presentados por los denunciantes y las denunciadas, esta Comisión considera que, con carácter previo, es posible concluir lo siguiente:

- Que PROYECTO ATARFE, S.A. podría haber instalado e iniciado la explotación de una red pública de comunicaciones electrónicas que utiliza el dominio público radioeléctrico en su modalidad de uso común a través de tecnologías WIFI 802.11b en la banda de 2.4GHz antes de proceder a la notificación a esta Comisión a la que se refiere el artículo 6 de la LGTel.

- Que PROYECTO ATARFE, S.A. podría haber iniciado la prestación del servicio público de comunicaciones electrónicas de acceso a Internet antes de proceder a la notificación a esta Comisión a la que se refiere el artículo 6 de la LGTel.

Pues bien, en lo que se refiere a la valoración de las actuaciones previas incoadas, con objeto de determinar con carácter preliminar si concurren circunstancias que justifiquen la iniciación de un procedimiento sancionador por la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas sin cumplir los requisitos exigibles para realizar tales actividades establecidos en la Ley General de Telecomunicaciones y su normativa de desarrollo, esta Comisión estima que existen indicios suficientes de incumplimiento, por cuanto que, de las actuaciones realizadas, se desprende que PROYECTO ATARFE, S.A. puede haber iniciado las citadas actividades antes de efectuar la notificación fehacientemente a esta Comisión a la que se refiere el apartado 2 del artículo 6 de la LGTel.

En tales circunstancias, esta Comisión considera que cabe apreciar indicios suficientes de que PROYECTO ATARFE, S.A. puede haber realizado actividades de las tipificadas en el artículo 53.t) de la LGTel susceptibles de motivar la incoación de un procedimiento sancionador, en los términos establecidos por el artículo 12.1 del Reglamento del Procedimiento Sancionador, debiéndose resolver en consecuencia.

II. INICIACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR.

1. Tipo infractor.



El artículo 53.t) de la Ley 32/2004, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, tipifica como infracción muy grave la actividad consistente en *“la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas sin cumplir los requisitos exigibles para realizar tales actividades establecidos en esta ley y su normativa de desarrollo”*.

Sin perjuicio de lo que resulte de la posterior instrucción del procedimiento sancionador y vistos los antecedentes, los actos realizados por PROYECTO ATARFE, S.A, pueden considerarse como actividades comprendidas en la conducta tipificada en el citado artículo 53.t) de la Ley General de Telecomunicaciones.

2. Sanción que pudiera corresponder.

Sin perjuicio de lo que resulte de la posterior instrucción del procedimiento sancionador, según lo establecido en el artículo 56.1.b) de la Ley General de Telecomunicaciones, las sanciones que pueden ser impuestas a la mencionada infracción son las siguientes:

Multa por importe no inferior al tanto, ni superior a quíntuplo, del beneficio bruto obtenido como consecuencia de los actos u omisiones en que consista la infracción. En caso de que no resulte posible aplicar este criterio, el límite máximo de la sanción será de dos millones de euros. En función de las circunstancias podrá sancionarse, además, con la inhabilitación hasta de cinco años del operador para la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas. (...)



RESOLUCIÓN POR LA QUE SE ACUERDA LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR CONTRA EL ILMO AYUNTAMIENTO DE PUENTEAREAS, POR EL PRESUNTO INCUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS EXIGIBLES PARA LA EXPLOTACIÓN DE LAS REDES Y LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS ANTECEDENTES DE HECHO

PRIMERO.- Con fecha 12 de enero de 2004, tuvo entrada en el Registro de esta Comisión escrito de D^a. Josefa Méndez Mallo (en adelante la denunciante) por el que presentaba denuncia contra el ILMO AYUNTAMIENTO DE PUENTEAREAS por estar, a su juicio, incumpliendo la normativa vigente para la prestación de servicios de telecomunicaciones por estar prestando servicios de forma totalmente gratuita y sin contar con autorización oficial ni licencia de ningún tipo. En su escrito, la denunciante puso en conocimiento de esta Comisión que, con motivo de las elecciones municipales del 25 de mayo de 2003, el Ayuntamiento de Puenteareas acordó, en el pleno del 5 de mayo de 2003, poner en marcha un servicio de acceso a Internet 24 horas totalmente gratuito, mediante la tecnología Wi-Fi de banda ancha, para lo cual procedieron al cableado de espacios públicos, colocación de antenas repetidoras, Todo ello sin autorización oficial ni licencia de ningún tipo.

SEGUNDO.- En virtud de lo establecido en el artículo 69.2 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común (en adelante LRJPAC), con fecha 8 de marzo de 2004, se acordó a la apertura de un período de información previa con el fin de conocer las circunstancias del caso y decidir sobre la conveniencia o no de iniciar el correspondiente procedimiento. La apertura del período de información previa fue debidamente notificada a la entidad denunciada y a la denunciante. Asimismo, se remitió a la entidad denunciada copia del escrito de denuncia y de la documentación acompañada al mismo.

TERCERO.- Con fecha 5 de abril de 2004, tuvo entrada en el Registro de esta Comisión escrito de D. Francisco Candeira Mosquera, Alcalde del Ilmo. Ayuntamiento de Puenteareas (Pontevedra) de fecha 26 de marzo de 2004, en el que formulaba las siguientes alegaciones:

- Que debían reconocer que el citado Ayuntamiento ha puesto en marcha la red inalámbrica en cuestión hace poco tiempo, estando la misma en período de pruebas, no solo por la novedad que ello supuso para el municipio sino también con el objeto de verificar su correcto funcionamiento por parte de los usuarios finales.
- Que, por el motivo anteriormente expuesto, además de que se desconocía la necesidad de esa notificación fehaciente, el Ayuntamiento no efectuó la notificación citada; la cual, no obstante, ya ha sido cursada mediante solicitud del 17 de marzo de 2004.
- Que los hechos no pueden ser incardinados en la comisión de una infracción muy grave tipificada en el apartado u) del artículo 53 de la Ley General de



Telecomunicaciones por no poder ser encajados en un incumplimiento del artículo 6.1 de la misma Ley.

Que no existen los supuestos perjuicios alegados por la denunciante que, a su vez, es propietaria de un “ciber”.

(...)

FUNDAMENTOS DE DERECHO

I. SOBRE LAS ACTUACIONES PREVIAS A LA APERTURA DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR.

(...)

3. Valoración de las actuaciones practicadas en el período de información previa.

3.a) Denuncia presentada por D^a Josefa Méndez Mallo, de 27 de febrero de 2004, y documentos que la acompañan. De la denuncia y de la documentación aportada se desprenden indicios según los cuales, en el municipio de Punteareas (Pontevedra), por medio de la propia Corporación Municipal, se pudo haber inaugurado un sistema consistente en la implantación de una red de comunicaciones electrónicas con tecnología WIFI con cobertura en todo o parte del municipio y cuya finalidad sería la de ofrecer acceso gratuito en banda ancha a la red Internet a los hogares de la citada Localidad. Tales indicios se derivan de, entre otros documentos, una fotocopia del acta del Pleno Municipal de 5 de mayo de 2003, donde se aprobó aceptar la propuesta de la empresa ADISIC, Instituto Tecnológico, y adjudicar a dicha empresa los trabajos de instalación de una red inalámbrica de banda ancha con el fin de hacer llegar a todo el Municipio el servicio de Internet gratuito. Asimismo, se desprenden de una fotocopia de un cartel municipal de oferta del servicio, de una copia del modelo de contrato que ofrece el Ayuntamiento a los posibles usuarios y de una información aparecida en el diario El Faro de Vigo de 26 de febrero de 2004.

3.b) Contestación del Alcalde del Ayuntamiento de Punteareas. En el escrito de alegaciones presentado por el Sr. Alcalde del Ayuntamiento de Punteareas, se reconoce expresamente la puesta en marcha de la red inalámbrica objeto de la denuncia, aunque se manifiesta que la misma se encuentra en período de pruebas y que el Ayuntamiento desconocía la necesidad de la notificación previa a esta Comisión.

3.c) Documentación obtenida en determinadas páginas WEB. En la documentación aportada junto con el escrito de denuncia, se observa que el servicio se publicita bajo el nombre “Sobroso Wireless”. Bajo esa denominación se ha realizado una búsqueda en la Red Internet que ha dado como resultado la aparición de numerosas páginas en las que se ofrece información sobre el citado servicio que, al parecer, está siendo prestado por el Ayuntamiento de Punteareas. Consultada la página WEB del propio Ayuntamiento de Punteareas en la parte relativa a “Impresión de Solicitudes”, se encuentra un desplegable con el nombre “SOLICITUD SOBROSO WIRELESS” en el que se accede a un modelo de solicitud de alta en el servicio de Internet que, a su vez,



contiene un apéndice de condiciones generales de acceso gratuito a Internet a través de tecnología WIFI.

3.d) Valoración de los elementos de juicio. Del examen del escrito de denuncia, de las alegaciones y documentos adjuntos presentados por la denunciante y las denunciadas y de la información obtenida directamente por esta Comisión, se considera que, con carácter previo, es posible concluir lo siguiente:

- Que el Ilmo. Ayuntamiento de Puenteareas podría haber instalado e iniciado la explotación de una red pública de comunicaciones electrónicas que utiliza el dominio público radioeléctrico en su modalidad de uso común a través de tecnologías WIFI 802.11b en la banda de 2.4GHz, antes de proceder a la notificación a esta Comisión a la que se refiere el artículo 6 de la LGTe I.

- Que el Ilmo. Ayuntamiento de Puenteareas podría haber iniciado la prestación del servicio público de comunicaciones electrónicas de acceso a Internet, antes de proceder a la notificación a esta Comisión a la que se refiere el artículo 6 de la LGTel.

Pues bien, en lo que se refiere a la valoración de las actuaciones previas incoadas, con objeto de determinar con carácter preliminar si concurren circunstancias que justifiquen la iniciación de un procedimiento sancionador por la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas sin cumplir los requisitos exigibles para realizar tales actividades establecidos en la Ley General de Telecomunicaciones y su normativa de desarrollo, esta Comisión estima que existen indicios suficientes de incumplimiento, por cuanto que, de las actuaciones realizadas, se desprende que el Ilmo. Ayuntamiento de Puenteareas puede haber iniciado las citadas actividades antes de efectuar la notificación fehacientemente a esta Comisión a la que se refiere el apartado 2 del artículo 6 de la LGTel. En tales circunstancias, esta Comisión considera que cabe apreciar indicios suficientes de que el Ilmo. Ayuntamiento de Puenteareas pueda haber realizado actividades tipificadas en el artículo 53.t) de la LGTel susceptibles de motivar la incoación de un procedimiento sancionador, en los términos establecidos por el artículo 12.1 del Reglamento del Procedimiento Sancionador, debiéndose resolver en consecuencia.

II. INICIACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO SANCIONADOR.

(...)

2. Sanción que pudiera corresponder.

Sin perjuicio de lo que resulte de la posterior instrucción del procedimiento sancionador, según lo establecido en el artículo 56.1.b) de la Ley General de Telecomunicaciones, las sanciones que pueden ser impuestas a la mencionada infracción son las siguientes:

Multa por importe no inferior al tanto, ni superior a quíntuplo, del beneficio bruto obtenido como consecuencia de los actos u omisiones en que consista la infracción. En caso de que no resulta posible aplicar este criterio, el límite máximo de la sanción será de dos millones de euros. En función de las



circunstancias podrá sancionarse, además, con la inhabilitación hasta de cinco años del operador para la explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas.

3. Órgano competente para resolver.

El Consejo de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones es el órgano competente para incoar y resolver el presente procedimiento sancionador, de conformidad con lo establecido en el artículo 58 letra a) de la vigente LGTel, en el que se dispone que la competencia sancionadora corresponderá «a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, cuando se trate de infracciones muy graves tipificadas en los párrafos q) a x) del artículo 5 (...). Dentro de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, la imposición de sanciones corresponderá: 1º) Al Consejo, respecto de las infracciones muy graves y graves.»

(...)

RESUELVE

PRIMERO. Iniciar procedimiento sancionador contra el ILMO. AYUNTAMIENTO DE PUENTEAREAS, como presunto responsable directo de una infracción administrativa calificada como muy grave, tipificada en el artículo 53.t) de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, y consistente en la presunta explotación de redes o la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas sin cumplir los requisitos exigibles para realizar tales actividades establecidos en la Ley General de Telecomunicaciones y su normativa de desarrollo.

(...)

TERCERO. De conformidad con lo que establece el artículo 16.1 del Reglamento aprobado por Real Decreto 1398/1993, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento del Procedimiento para el ejercicio de la Potestad Sancionadora, en relación con el artículo 58 de la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones, los interesados en el presente procedimiento disponen de un plazo de un mes, contado a partir de la notificación del presente Acuerdo de incoación, para:

- a) Comparecer en esta Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, si así lo desea, para tomar vista del expediente.
- b) Proponer la practica de todas aquellas pruebas que estime convenientes para su defensa, concretando los medios de prueba de que pretendan valerse.
- c) Presentar cuantas alegaciones, documentos y justificantes estime convenientes.

Transcurrido dicho plazo sin que se haya recibido alegación alguna, se continuará con la tramitación del procedimiento, informándole que el Instructor del mismo podrá acordar de oficio la práctica de aquellas pruebas que considere pertinentes. (...)



ANEXO D: NIVELES DE REFERENCIA SEGÚN RD.-1066/2001

SERVICIO	SISTEMA	F(MHz)	NIVEL DE REFERENCIA		NIVEL DE DECISION	
			(V/m)	(W/m ²)	(V/m)	(W/m ²)
Radiodifusión	AM	0.5	87	---	43.5	---
		1.5	71.03	---	35.5	---
Radiodifusión	FM	100	28	2	14	0.5
TV terrenal	UHF	470	29.8	2.35	14.9	0.59
		830	39.6	4.15	19.8	1.04
Telefonía móvil	TACS	900	29.2	2.25	14.6	0.56
Telefonía móvil	GSM	900	41.2	4.5	20.6	1.13
Telefonía móvil	DCS	1.800	58.3	9	29.2	2.25
Telefonía móvil	UMTS	2.000	61	10	30.5	2.5
Red local inalámbrica	IEEE.802.11b	2.400	61	10	30.5	2.5
Telefonía fija inalámbrica	LMDS	3.500	61	10	30.5	2.5
Red local inalámbrica	IEEE.802.11a	5.000	61	10	30.5	2.5
Telefonía fija inalámbrica	LMDS	26.000	61	10	30.5	2.5

Tabla 16: Niveles de referencia según real decreto 1066/2001
(FUENTE: Elaboración propia)

Se puede encontrar amplia documentación sobre toda la normativa así como su aplicación en www.coit.es



ANEXO E: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

3GPP	3G Partnership Programme
4GMF	Fourth Generation Mobile Forum
AAA	Authentication, Authorization and Accounting
ACL	Access Control List
ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line
AF	Audio Frequency
AIN	Advanced Intelligent Network
AIOD	Automatic Identification Of Design
ALTS	Alternate Local Transport Services
AM	Amplitude Modulation
AMPS	Advanced Mobile Phone Service
ANI	Automatic Number Identification
ANSI	American National Standards Institute
AP	Access Point
ASAI	Adjunct Switch Application Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interexchange
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network
BECN	Backward Explicit Congestion Notification
BISYNC	BIinary SYNChronous
BLEC	Building CLEC
BM	Broadband Modem
BNS	Bill Number Screening
BPS	Bits Per Second
BRAN	Broadband Radio Access Network
BRI	Basic Rate Interface
BSS	Basic Service Set
BTA	Basic Trading Areas
BWA	Broadband Wireless Access
CAP	Competitive Access Providers
CATV	Cable TeleVision
CCK	Complementary Code Keying



CDMA	Code Division Multiple Access
CLEC	Competitive Local Exchange Carrier
CLP	Cell Loss Priority
CO	Central Office
COAX	Coaxial
CODEC	COder/DECoder
CO-LAN	Central Office-Local Area Network
CPE	Customer Premises Equipment
DBS	Direct Broadcast Satellite
DC	Direct Current
DCE	Data Communications Equipment
DCS	Digital Cellular System
DDS	Digital Data Service; Dataphone Digital Service
DE	Discard Eligibility
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DES	Data Encryption Standard
DFA	Digital Frequency Analysis
DID	Direct Inward Dialing
DISA	Direct Inward System Access
DLC	Digital Loop Carrier
DLCI	Data Link Connection Indicator
DMS	Digital Modular Switch
DNI	Data Network Interface
DNIS	Dialed Number Identification Service
DNS	Domain Name System
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DoD	Department of Defense
DOMSATS	DOMestic SATellite CarrierS
DOV	Data Over Voice
DS	Distribution System
DSL	Digital Subscriber Line
DSP	Digital Signal Processor
DVB	Digital Video Broadcasting
EAP	Extensible Authentication Protocol



EAS	Extended Area Service
ECSA	Exchange Carriers Standards Association
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EDI	Electronic Data Interexchange
EIA	Electronics Industry Association
EMI	Electro Magnetic Interference
ESS	Extended Service Set
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission
FDD	Frequency Division Duplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FDM	Frequency Division Multiplexer
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
FECN	Forward Explicit Congestion Notification
FEP	Front End Processor
FFOL	FDDI Follow-On LANs
FG	Feature Group
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FM	Frequency Modulation
FN	Fiber Node
FNS	Feature Node Services
FO	Fiber Optics
FOT	Fiber Optic Terminal
FRA	Fixed Radio Access
FSA	Fiber Serving Area
FSAN	Full Service Access Network
FSK	Frequency Shift Keying
FSO	Free Space Optics
FTTH	Fiber To The Home
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System Mobile for communications
HDFC	High Density Fixed Service



HDLC	High level Data Link Control
HDSL	High-Bit-Rate Digital Subscriber Line
HDT	Host Digital Terminal
HDTV	High Definition TeleVision
HFC	Hybrid Fiber/Coax
HiperLAN	HighPerformance Radio Local Area Network
HIPPI	High Performance Parallel Processing Interface
HLR	Home Location Register
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
IAD	Integrated Access Device
IBSS	Independent Basic Service Set
IC	Integrated Circuit
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
IEEE 802	IEEE LAN/MAN Standards Committee
IEEE-SA	IEEE Standards Association
IETF	Internet Engineering Task Force
IM	Intensity Modulation
IN	Intelligent Network
INS	Information Network System
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
IPSec	IP Security Protocol
IPSS	Inter-Processor Signaling System
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ISN	Information Systems Network
ISO	International Standards Organization
ISP	Information Service Provider
ISSN	Integrated Special Services Network
ISUP	ISDN Services User Part
ITU	International Telecommunications Union
IXC	Inter-Exchange carrier
JPEG	Joint Photographic Experts Group



LADT	Local Area Data Transport
LAN	Local Area Network
LAPS	Link Access Procedure
LAP-B	Link Access Protocol (LAP)-Balanced (B)
LASS	Local Area Signaling Services
LEC	Local Exchange Carrier
LIDB	Line Information Database
LMDS	Local Multipoint Distribution System
MAC	Medium Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MBPS	Megabits Per Second
MBWA	Mobile Broadcast Wireless Access
MCU	Master Control Unit
MDF	Main Distribution Frame
MDS	Multipoint Distribution Service
MFJ	Modified Final Judgment
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MIMO-OFDM	Multiple Input Multiple Output-Orthogonal Frequency Division Multiplexing
MIPS	Millions of Instructions Per Second
MM	Multi-Mode
MMAC	Multimedia Mobile Access Commission
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Service
MPEG	Moving Picture Experts Group
MSA	Metropolitan Serving Area
MTA	Major Trading Areas - Rand McNally
MTS	Message Telecommunications Service
MUX	Multiplexer
NAP	Network Access Point
NECA	National Exchange Carriers Association
NI	Network Interconnect
NIC	Network Interface Card
NII	National Information Infrastructure



NMC	Network Management Center
NNI	Network Node Interface; Network-to-Network Interface
NREN	National Research & Education Network
NSP	Network Services Protocol
NTSC	National Television System Committee
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OSA	Open System Architecture
OSI	Open Systems Interconnection
OSP	Operator Service Provider
OSS	Operational Support Systems
OTIS	Optical Transport Interconnection Services
PAN	Personal Area Network
PCS	Personal Communications Service
PDA	Personal Digital Assistant
PDM	Packet Division Multiplexing
PDN	Public Data Network
PHS	Personal Handy System
PIN	Personal Identification Number
PLC	Power Line Communications
PLP	Presentation Level Protocol
PM	Phase Modulation
POP	Point of Presence
POS	Point of Sale
POTS	Plain Old Telephone Service
PSC	Public Service Commission
PSDS	Public Switched Data Services
PSK	Phase Shift Keying
PSN	Packet Switching Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
PS	Packet Switching Facilities
PTM	Packet Transfer Mode
PTT	Post Telephone & Telegraph Admin
PUS	Public Utility Commission
PVC	Permanent Virtual Circuits; Permanent Virtual Connection



QoS	Quality of Service
RADIUS	Remote Authentication Dial IN
RBOC	Regional Bell Operating Company
RFID	Radio Frequency IDentification
RF	Radio Frequency
ROI	Return Over Investment
RSA	Rural Serving Area
RSM	Remote Switching Module
RSN	Robust Secure Network
RT	Remote Terminal
SDMA	Space Division Multiple Access
SDR	Software Defined Radio
SRD	Short Range Devices
SSDS/FH	Spread Spectrum Direct Sequence/Frequency Hopping
SSID	Service Set IDentifier
SWAP	Shared Wireless Access Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDD	Time Division Duplexing
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
TETRA	Trans European Telecommunications System
TMUWB	Time Modulated Ultra Wide Band
TPC	Transmit Power Control
UHF	Ultra High Frequency (TV)
UMTS	Universal Mobile Telecommunication Standard
UWB	Ultra Wide Band
VAN	Value Added Network
VHF	Very High Frequency (TV)
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network



WAN	Wide Area Network
WAP	Wireless Application Protocol
WATS	Wide Area Telecommunications Service
WCDMA	Wideband CDMA
WEP	Wired Equivalent Protocol
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access Forum
WISP	Wireless Internet Service Provider
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop
WOFDM	Wideband Orthogonal Frequency Division Multiplexing
WPA	Wi-Fi Protected Access
WPAN	Wireless Personal Area Network
WWW	World Wide Web
xDSL	Digital Subscriber Line (any version)