

# Radiocomunicaciones: el estado del arte

Luis Pérez Bermejo, *Presidente de Radiotrans*

## BREVE HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES

Existen testimonios escritos acerca de sistemas de comunicaciones que son anteriores al nacimiento de Jesús. En el libro denominado *Acerca del arte del asedio* (360 a. de C.) de Eneas, apodado el Táctico, se relata ya la invención de un telégrafo óptico hidráulico, que transmite información entre dos puntos distantes.

La idea básica de este sistema es el registro de las señales enviadas hasta ahora mediante el telégrafo de teas (450 a. de C.) para su posterior lectura.

El citado sistema de Eneas, esta compuesto por la instalación en las dos estaciones telegráficas de dos recipientes de agua de tamaño idéntico, equipados con grifos similares. Las teas sirven para emitir señales referentes a la abertura y cierre de los grifos. Durante el intervalo así establecido, el nivel del agua desciende hasta que llega alcanzar las marcas determinadas, a las que con anterioridad se han asignado datos o noticias concretas. Este sistema permite incrementar el valor y cantidad de la información de forma notable, siendo aún preciso determinar previamente el contenido de dicha información.

La descripción del citado telégrafo óptico hidráulico en el libro de Eneas se podría considerar la primera información escrita acerca de un sistema de comunicaciones.

En el ámbito concreto de las Radiocomunicaciones fue el físico escocés James Clerk Maxwell el primero en predecir en 1860 la existencia de ondas radioeléctricas, denominadas posteriormente ondas Hertzianas.

En 1886 el físico alemán Heinrich Hertz fue el primero en demostrar experimentalmente la existencia de las ondas de radio predichas por Maxwell unos años



**«El primer programa de radiodifusión  
fue realizado en Brant Rock,  
Estados Unidos, en 1906»**

antes. Como reconocimiento a este hallazgo, la unidad de medida de la frecuencia (Hz) recibe el nombre de su descubridor (Hertz).

Además de Heinrich Hertz, fueron pioneros en el desarrollo de las Radiocomunicaciones Nikola Testa en San Luis (EE.UU.) y el ruso Popov en San Petesburgo, que hacia 1895 realizaron las primeras demostraciones públicas relativas a la transmisión de ondas hertzianas.

Todos los anteriores pioneros con sus correspondientes hitos en las comunicaciones inalámbricas sentaron las bases de esta tecnología, pero sin lugar a dudas fue el italiano Guillermo Marconi, afinado en Inglaterra el que dio el impulso definitivo a este tipo de comunicaciones.

Marconi logro transmitir y recibir en 1895 la primera señal radioeléctrica en Italia.

En 1897 Marconi creo en Inglaterra la compañía Wireless Telegraph and Signal Company, y con ello el primer uso práctico y comercial de la radio y en 1901 fue cuando logro la gran epopeya de establecer comunicaciones inalámbricas entre Europa y América.

En 1904 Jhon Ambrose Fleming había inventado el diodo de vacío, pero fue Lee DeForest quien en 1906 inventó el triodo, con lo cual se pueden modular y amplificar las señales de radio, posiblemente este invento fue la palanca más importante en el desarrollo de esta tecnología inalámbrica. A DeForest se le debe también el nombre de la misma, ya que fue la primera persona en utilizar el término "Radio".

El primer programa de radiodifusión fue realizado en Brant Rock (USA) por Reginald Fessenden, en 1906, emitiendo por ese medio un programa de voz y música, si bien las primeras emisiones comerciales propiamente dichas se iniciaron en Buenos Aires en 1920.

A comienzos del siglo XX la armada de Estados Unidos adopta esta nueva tecnología y empieza a sustituir las tradicionales palomas mensajeras y los sistemas de banderas.

En 1910 se produce la primera comunicación aeronáutica, realizada por Frederic Baldwin y Jhon McCurdy en Estados Unidos.

Posteriormente, además de la radiodifusión, aparecen las primeras aplicacio-



nes prácticas de esta tecnología. En 1921 la Policía de Detroit en Estados Unidos fue el primer cuerpo de seguridad en utilizar la tecnología de radiocomunicaciones en los coches patrulla, instalando en los mismos transceptores de comunicaciones y sistemas de despacho. Este sistema operaba en la banda de los 2 MHz; sin embargo, en la medida que los adelantos tecnológicos y la demanda de servicio fueron aumentando, se inició la tendencia hacia el uso de frecuencias mayores.

En los años 30 se comenzaron a usar varios canales sobre una base experimental. Hacia mediados de los años 40 se instalaron nuevos sistemas en las bandas de 33 y 50 MHz. La operación de esos sistemas era en un solo sentido, por lo que se requería de un operador telefónico para poder dirigir la llamada.

Previo a la finalización de la Segunda Guerra Mundial, se introdujeron numerosos sistemas de comunicaciones móviles. Estos sistemas trabajaban en frecuencias inferiores a los 460 MHz.

Hacia mediados de los años sesenta se instalan nuevos sistemas en la banda de 50 MHz. Con operación en ambos sentidos, búsqueda automática de canales y marcación desde y hacia la estación móvil.

La telefonía móvil, tan extendida hoy en día, está también basada en las radiocomunicaciones. A principios de los años 80 del siglo XX los "Bell Laboratories realizaron pruebas en campo sobre lo que se podría considerar las primeras comunicaciones móviles *full duplex*. Pero no fue hasta 1946 cuando se produce el primer lanzamiento comercial de la telefonía móvil, liderado por los citados Labo-

ratorios Bell. Posteriormente entre los años 1950-1960 tanto Bell, como Ericsson, Nokia y Motorola comienzan a desarrollar la telefonía celular.

En 1973 se le otorga a Martin Cooper de Motorola la primera patente de un teléfono móvil portátil.

Los desarrollos posteriores de las redes de telefonía celular a nivel país, primeramente en tecnología analógica (C-450, NMT, TACS, AMPS) y posteriormente digital (GSM, CDMA y UMTS) han cambiado los hábitos de comunicación de prácticamente todos los habitantes del mundo.

Así como el teléfono móvil, cambió los hábitos de comunicación de las personas el "Walkie Talkie" modificó en su momento las comunicaciones tácticas de los ejércitos.

El canadiense Donald Hings es la persona que formalmente ostenta la patente del invento del "Walkie Talkie", su modelo C-58 utilizado durante la Segunda Guerra Mundial, fue fruto de un desarrollo secreto para el ejército de los Estados Unidos.

También la Galvin Manufacturing Company en 1940, que posteriormente pasó a denominarse Motorola, desarrolló para el ejército de los Estados Unidos su primer Transceptor denominado Motorola SCR-300, este equipo de comunicaciones tenía unas dimensiones considerables y era transportado en mochila.

Fue también durante la Segunda Guerra Mundial cuando Motorola desarrolla el primer transceptor transportable manualmente, y lo registra bajo el nombre comercial de "Handie Talkie".

Tanto el Walkie Talkie como el Handie Talkie utilizaban válvulas de vacío y baterías.

Los desarrollos posteriores de esta tecnología y la utilización de repetidores ha permitido incrementar de forma notable las coberturas. Inicialmente en redes analógicas y recientemente digitales.

Las redes de radiocomunicaciones se han venido sofisticando durante estas últimas décadas de forma notable, primero con la introducción de puestos de despacho inteligentes, posteriormente con la implantación de redes isofrecuenciales, y finalmente y dado la congestión del es-



pectro radio eléctrico mediante el desarrollo de redes trunking.

Hoy en día es difícil imaginar la operativa diaria de los cuerpos de seguridad públicos, la aeronáutica, los transportes marinos, las empresas privadas de seguridad, los transportes públicos, etc., sin la utilización masiva de esta tecnología, las Radiocomunicaciones.

## LA INDUSTRIA EN ESPAÑA

En España, además de la empresa española Teltronic, están presentes prácticamente todas las compañías internacionales importantes en el ámbito de las radiocomunicaciones, bien con presencia directa como son Motorola, Kenwood, Maxon, Icom y EADS, o bien a través de empresas distribuidoras, como son el resto de las marcas.

A continuación hago una breve reseña de cada una de las diferentes compañías, con el objetivo de dar un panorama global sobre el mercado español.

## TELTRONIC

En la actualidad es el único fabricante español de equipos y sistemas de Radiocomunicaciones. En la actualidad este fabricante pertenece al grupo industrial del IBV.

Teltronic ha suministrado todo tipo de sistemas y equipos analógicos y digitales, tanto para las administraciones públicas como privadas.

Últimamente ha desarrollado la tecnología Digital TETRA, la cual está implantando con éxito tanto en España como en el extranjero.

## MOTOROLA

La División de Radiocomunicaciones Motorola se implanta en España en el año 1989, mediante la adquisición de su distribuidor en aquellos momentos en el país, IBERELECTRONICS, S.A.

MOTOROLA ha instalado en España importantes redes de Radiocomunicaciones, tanto analógicas como digitales.

MOTOROLA es la única empresa en España que tiene una fuerte presencia tanto en el suministro de redes complejas, como en el suministro de terminales con licencia y de uso libre.

A esta compañía, en España y en el resto del mundo, se le considera como líder, tanto en número de redes instaladas, como en número de terminales vendidos.

## EADS

El embrión de esta compañía en España se encuentra en OTEMA creada en 1961, posteriormente entró a formar parte del accionariado de AEG-TELEFUNKEN, y en 1989 pasa a denominarse AEG Olimpia, S.A. Ya en 1990 vuelve a cambiar de nombre y adopta la denominación AEG Radiocomunicaciones, S.A., en 1992 Matra Communications adquiere la totalidad del accionariado de la compañía, volviendo a cambiar de nombre en 1997 por MATRA Radio Systems, S.A. Por último en el año 2002 vuelve a



cambiar de nombre por EADS Secure Networks, S.A.U.

Durante su etapa como OTEMA y AEG esta compañía suministró equipos y sistemas de comunicaciones analógicas tanto a los cuerpos de seguridad del estado como a compañías privadas.

Cuando pasa a formar parte de la órbita del grupo EADS, esta compañía implanta, la mayor red de comunicaciones de España para el Ministerio del Interior, basada en tecnología TETRAPOL.

A principios de 2005 se produce la adquisición por parte de EADS de las actividades de Radiocomunicaciones de NOKIA.

EADS está centrada en la actualidad en el suministro de Redes digitales, para lo cual dispone de tecnología con protocolo propietario como es TETRAPOL, así como protocolo estándar TETRA, procedente de la adquisición de NOKIA.

## KENWOOD

En 1991 se constituye la filial española denominada Kenwood España, S.A. pasando a denominarse Kenwood Ibérica en 1995. Durante su actividad en España Kenwood ha logrado una importante cuota de mercado, diversificando su gama de productos, especialmente los equipos de licencia de uso libre. En el año 2000 Kenwood se posiciona en el ámbito mundial como segundo suministrador de terminales.

## ICOM TELECOMUNICACIONES Y MAXON

La presencia de ambas compañías en España datan de algo más de una década.

Tanto ICOM como MAXON, al igual que otros fabricantes asiáticos, están centrados básicamente en el suministro de equipos terminales, con licencia y de licencia de uso libre.

## SEPURA

Fabricante neozelandés de terminales TETRA. SEPURA ha alcanzado un nivel importante de penetración en el mercado de terminales TETRA en España. Acisa



es la principal compañía que distribuye estos equipos en España.

## VERTEX, HYT, KIRISUN

Estas tres marcas están presentes en España a través de distribuidores.

VERTEX está representada en España por la compañía ASTEC, pionera en el suministro de este tipo de equipos y con más de 30 años de antigüedad.

## ARTEVEA, SELEX, THALES, ROHILL

Todas estas compañías están centradas en el suministro de redes digitales trunking. Suelen ofrecer sus productos a través de integradores de sistemas (Indra, Telvent, etc.).

## RADIOTRANS, S.A.

Radiotrans es una empresa privada española creada hace 15 años. Radiotrans al igual que Amper y Telcom es distribuidor oficial de la compañía Motorola en España.

RADIOTRANS cuenta con presencia internacional con compañías filiales en Portugal, Marruecos, Túnez y Venezuela.

Las áreas de negocio de Radiotrans se concentran en:

- 1) Equipos y sistemas de Radiocomunicaciones
- 2) Centros de Control e integración de Comunicaciones
- 3) Sistemas de localización

## 4) Sistemas y productos de control de accesos

De las aproximadamente 40 redes TETRA instaladas, o en proceso de instalación en España, Radiotrans ha suministrado más del 25% de las mismas.

En cuanto al número de terminales, el Grupo Radiotrans tiene una cuota de penetración anual de mercado a nivel mundial superior al 1%.

## PARQUE INSTALADO

No es fácil cuantificar el número de redes de comunicaciones móviles (PMR/PAMR), y especialmente el número de terminales instalados en España. De acuerdo con información procedente de

nales, aún es mayor hacerlo con relación al parque instalado de terminales de licencia de uso libre, volviendo a realizar una extrapolación sobre las unidades vendidas anualmente y considerando una vida media en torno a los 3-5 años las unidades operativas correspondientes a las radios sin licencia podían situarse por encima de 1.500.000.

A continuación resumimos:

Número de redes .....16.000

Terminales profesionales ....750.000

Terminales sin licencia.> 1.500.000

La penetración en los países de nuestro entorno es similar a la nuestra, siendo considerablemente superior en Estados Unidos, así como en los países escandinavos. En estos países dicha penetración se sitúa alrededor del 7% considerando sola-

# «En el horizonte ya se vislumbra un inmediato cambio tecnológico de gran calado en las Radiocomunicaciones»

la Dirección General de Telecomunicaciones (DGTel) el número de redes podía situarse en torno a las 16.000.

El número de terminales móviles profesionales totales se podría cifrar, sobre la base de extrapolar el número de unidades vendidas al año por una vida media estimada entre 5 y 8 años, en torno a las 750.000 unidades.

Si es difícil hacer una estimación relativa al número de terminales profesio-

mente terminales profesionales, mientras en España se sitúa por debajo del 2%.

NOTA: *Los datos anteriores son estimaciones propias, basadas en la extrapolación de unidades vendidas de las estadísticas publicadas por ASIMELEC.*

## SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL

Podría decirse que en la actualidad se proyecta en el horizonte inmediato un cambio tecnológico de calado.

Las innovaciones tecnológicas en las Radiocomunicaciones han venido siempre avaladas por la mejora en la eficiencia del espectro radioeléctrico, pasando en las últimas décadas de canalizaciones de 25 a 12,5 kHz. En las redes TETRA esta eficiencia pasa a ser de cuatro comunicaciones por slot, lo que equivaldría a 6,25 kHz.

Las radiocomunicaciones analógicas convencionales, incluyendo redes Trunking MPT 1327 hoy en día pueden haber llegado a su punto de inflexión dando paso a las tecnologías digitales. Por un lado disponemos desde hace más de una década de tecnología para redes Trunking Di-



giales TETRA (acrónimo de Terrestrial Trunked Radio) desarrollado bajo estándar ETSI (European Telecommunication Standards Institute) y APCO 25 (Standard for Digital Radio in North America), y por otro lado nos encontramos en la fase de lanzamiento del denominado DMR (Digital Mobile Radio), que podría considerarse como el sistema de Radiocomunicaciones Digitales Convencionales.

A continuación, y basado en el artículo publicado en TETRA NOTES, TWC 2007, denominado *TETRA vs. APCO*, realizo una breve comparación entre los sistemas TETRA y APCO 25 para centrarme posteriormente en la descripción de los Sistemas DMR.

El estándar TETRA fue desarrollado inicialmente para sistemas PAMR (Public Access Mobile Radio), no obstante pronto se detectó que se podrían cubrir de forma coherente las necesidades de comunicaciones para la seguridad pública. Hoy en día, la seguridad pública conjuntamente con los sistemas de transporte son los mayores usuarios de sistemas TETRA.

El estándar APCO 25 fue desarrollado inicialmente para cubrir las necesidades de comunicaciones de la seguridad pública. El primer desarrollo del sistema APCO 25 no contemplaba operar bajo régimen trunking, esta característica se incluyó posteriormente. Hoy en día los grandes sistemas APCO combinan ambas tecnologías “*non trunking* y *trunking*”.

El Standard TETRA impulsado por el ETSI se le puede asociar a satisfacer las necesidades de los mercados europeos, mientras que APCO 25 se ha implantado básicamente en Estados Unidos y Australia.

En la actualidad hay más de 1.100 sistemas TETRA operativos en el mundo.

Desde el punto de vista práctico, la compatibilidad entre distintos terminales y/o fabricantes... en los sistemas TETRA



es mucho mayor que en los sistemas APCO 25, aunque existen procesos de certificación, en fase de implementación, similares tanto en Estados Unidos como en Europa.

El estándar TETRA utiliza el método TDMA (Time Division Multiple Access). Este método permite cuatro *slots* de comunicaciones en un canal de 25 kHz., lo que equivaldría a 6,25 kHz. por canal de comunicaciones (esto sin tener en cuenta la ventaja añadida por la compartición de recursos respecto a las redes de asignación fija de canal).

APCO 25 utiliza FDMA (Frequency Division Multiple Access) utilizando canales de comunicaciones de 12,5 kHz.

TETRA es sin lugar a dudas, en la actualidad, mucho más eficiente desde el punto de vista asociado al espectro radioeléctrico.

Existe una percepción generalizada que los sistemas TDMA son más adecua-

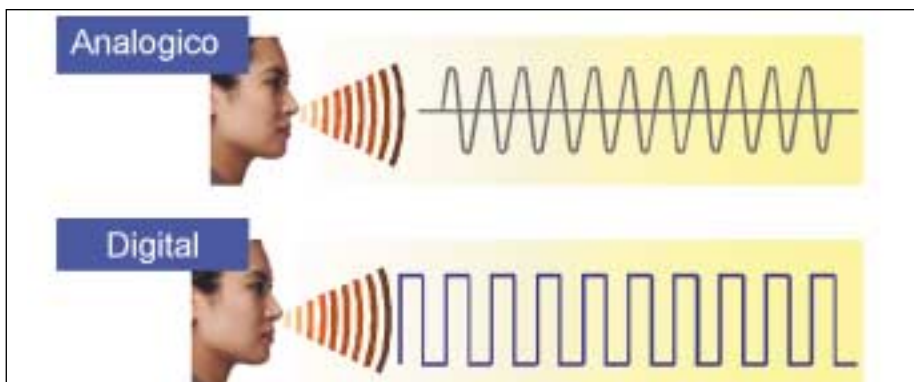
dos desde una perspectiva económica para sistemas donde la densidad de usuarios es alta, mientras que en sistemas donde la densidad de usuarios es relativamente baja, primando sobre todo la cobertura, los sistemas más adecuados serían los FDMA.

Las funcionalidades definidas en el estándar TETRA están completamente acabadas, incluyendo servicios de voz y datos, autenticación del terminal radio, seccafonía del interface aire y opción para seccafonía *end to end*.

Las funcionalidades del sistema APCO 25 “*non trunking*” están, asimismo y desde hace cierto tiempo finalizadas, no así las correspondientes al sistema trunking. La funcionalidad más esperada y en fase de implementación es la creación de dos canales de comunicaciones en *slots* de 12,5 Khz., incrementando de esta forma la eficiencia del espectro radioeléctrico a los niveles de los sistemas TETRA, el sistema APCO tampoco tiene finalizados la autenticación del terminal radio así como la seccafonía del interface aire.

La arquitectura de la red TETRA está prevista para que pueda operar a nivel nacional como internacional, es por eso que permite la numeración de terminales considerando códigos de país, y *roaming* a escalas internacionales, no así las redes APCO 25, aunque este requerimiento realmente no es básico.

La interoperabilidad es realmente una de las bases del éxito de los Sistemas



## Cobertura de Audio Digital Aumentada



TETRA. El proceso de certificación de sistemas TETRA se desarrolló por la Asociación TETRA MoU (Memorandum of Understanding TETRA).

El proceso incluye certificados públicos expedidos por un laboratorio neutral independiente, una vez auditados y medidos los equipos. En la actualidad hay siete (7) certificados correspondientes a fabricantes de infraestructura y nueve (9) certificados expedidos a nombre de fabricantes de terminales.

El proyecto 25 de APCO en los laboratorios que trabajan conjuntamente con la NTIA (National Telecommunications and Information Administration) están desarrollando un programa de certificación para este tipo de sistemas y productos.

de medio siglo de mejoras continuadas en las mismas, su nivel de saturación tecnológica posiblemente ha alcanzado el punto de inflexión, es por ello que el ETSI (European Telecommunications Standard Institute) ha desarrollado el nuevo estándar denominado DMR (Digital Mobile Radio) el cual está basado en tecnología TDMA.

Con la introducción del DMR estamos posiblemente ante el inicio de una nueva era en las Radiocomunicaciones Profesionales. Es adecuado pensar que desde la invención del transistor este desarrollo tecnológico significa el mayor salto cualitativo en este tipo de comunicaciones. Estamos pues en el comienzo de la migración generalizada de las comunicaciones analógicas a las comunicaciones digitales.

## «Con la introducción del DMR estamos posiblemente ante el inicio de una nueva era en las Radiocomunicaciones»

El coste de los terminales TETRA en la actualidad en comparación con los APCO 25 es de aproximadamente 1/3, existiendo una relación similar entre los costes de infraestructura.

### DMR (DIGITAL MOBILE RADIO)

Las comunicaciones analógicas vía radio han alcanzado posiblemente sus límites posibles de innovación, después de más

Los motivos para el desarrollo de este tipo de tecnología se encuentran por un lado en la necesidad de utilizar de forma más eficiente el espectro radioeléctrico, y por otro en la demanda creciente de los usuarios de incrementar y mejorar sus comunicaciones, incorporando a las mismas la capacidad de transmisión de datos e imágenes.

El estándar DMR (ETSI TS 102 361) es la respuesta a la necesidad de múltiples usuarios de Radio Convencional (PMR) que trabajan en bandas de fre-

cuencias licenciadas. Este estándar, como se ha citado anteriormente, incrementa la eficiencia espectral. La tecnología TDMA asignada a este estándar utiliza canales de 12,5 kHz. y divide este canal en dos *slots* de tiempo, lo cual de hecho duplica el número de comunicaciones simultáneas.

La migración a este estándar DMR es relativamente sencilla, al utilizar los mismos canales existentes de 12,5 kHz.

La vida y duración de las baterías ha sido, y es, uno de los puntos críticos en los equipos portátiles. Tanto los fabricantes de transceptores como los fabricantes de baterías han realizado esfuerzos significativos para incrementar la duración de las mismas.

Una de las formas de incrementar la duración de las baterías ha sido potenciar la capacidad de las mismas, llevando consigo un incremento del tamaño, por otro lado también se podría considerar disminuir la potencia del transceptor con la lógica disminución de la cobertura de las comunicaciones.

El método de acceso TDMA aporta otra facilidad importante y significativa en relación a la duración de la operativa y vida útil de las baterías. Dado que cada llamada utiliza únicamente uno de cada dos *slots* TDMA requiere exclusivamente la mitad de la capacidad del transmisor. Por ejemplo en un ciclo típico de comunicaciones como puede ser 5% transmisión, 5% recepción y 90% en espera, el ahorro en el consumo de la batería podría incrementar en un 40% el tiempo de comunicaciones reales del transceptor.

La mejora en la calidad de las comunicaciones es otra de las facilidades que este estándar DMR ofrece. Los usuarios profesionales de Radio precisan comunicaciones claras, continuadas y seguras. Dado la naturaleza inherente de la física de la radiofrecuencia, las comunicaciones analógicas pueden sufrir todo tipo de limitaciones que afectan al rango y sobre todo a la claridad de la voz. En las comunicaciones analógicas cualquier elemento espúreo en el entorno puede seriamente degradar la señal y por lo tanto deteriorar sensiblemente la comunicación, y aunque es posible transmitir la señal degradada, no es posible corregir la misma en la recepción. Por el contrario el DMR incorpora técnicas de corrección de errores

## MATRIZ MERCADO VERTICALES/ESTÁNDAR ETSI ADECUADO

MERCADOS	MERCADOS VERTICALES	ESTÁNDAR ETSI
1. Seguridad Pública	Servicios de emergencia estables Servicios Públicos Aeropuertos Ayuntamientos	TETRA TETRA/DMR TETRA/DMR TETRA/DMR
2. Profesional	Transportes Minería Químicas y Petroquímicas Industria Seguridad Privada Construcción	DMR DMR DMR DMR DMR DMR/dPMR
3. Consumo	Comercio Agricultura Ocio (Deportes, Familia, etc.)	dPMR dPMR dPMR

que reconstruyen la señal en la recepción, y mantienen los niveles de calidad en las comunicaciones en prácticamente todo el área de cobertura a niveles próximos a la fidelidad inicial.

En el cuadro siguiente podemos observar con mayor claridad el impacto en la calidad de las comunicaciones en prácticamente todo el área de cobertura.

Como epílogo a este artículo, a continuación indicamos la asignación de los diferentes estándares ETSI (digitales) aplicados de forma matricial a diferentes mercados.

La segmentación en mercados de usuarios finales en el mundo de las Ra-

## «El estándar DMR está facilitando una clara mejora en la calidad de las comunicaciones»

diocomunicaciones en España podría ser dividido en tres categorías distintas:

- (1) Seguridad Pública (Nacional y Autonómica)
- (2) Profesional, (Industria, Transportes, Seguridad Pública Local y Privada)
- (3) Consumo (Pequeña Industria, Comercio y Ocio)

Estos usuarios finales pueden ser a su vez divididos en mercados verticales, y a cada mercado vertical se le podrían asignar, un estándar digital ETSI (*Véase cuadro*).

A continuación describimos de forma somera cada uno de estos mercados.

### (1) Seguridad Pública

Esta categoría de mercado está definida básicamente por la seguridad en las

comunicaciones en misiones críticas, así como en sus necesidades de interoperabilidad. El Standard más apropiado para este tipo de comunicaciones es TETRA (Terrestrial Trunked Radio) el cual utiliza 4 slots TDMA en canales de 25 kHz.

Este protocolo soporta múltiples grupos de trabajo sobre múltiples frecuencias, incluyendo las comunicaciones uno a uno, uno a varios y varios a varios.

### (2) Profesional

Esta categoría es la que mayor número de mercados verticales abarca e incluye como hemos citado anteriormente Transportes, medianos y pequeños Ayuntamientos, Puertos, Aeropuertos de tamaño medio, Seguridad Privada, Industria, etc.

El estándar que adecúa según ETSI a esta categoría de mercado sería DMR, el cual utiliza 2 slots TDMA en canales de 12,5 Khz. Este protocolo aporta además de una mayor eficiencia del espectro, transmisión de datos sobre IP, etc.

### (3) Consumo

La nueva banda de frecuencias, armonizada a nivel europeo, de 446,1–446,2 Mhz. es la elegida por ETSI para lo que se suele denominar “Radio de Uso Libre o sin licencia”. El protocolo asignado por ETSI y definido como dPMR-446 utiliza canales FDMA de 6,25 kHz. La potencia máxima es de 500 mW. Este estándar/sistema es el adecuado para pequeños grupos de usuarios y comunicaciones de cobertura limitada, dado el número limitado de canales y la imposibilidad de utilización de repetidores o interconexión a la red telefónica.

Hemos tratado con este artículo de dar una visión globalizada del sector de las Radiocomunicaciones en España, incluyendo unas breves reseñas a aquellas personas e hitos que fueron determinantes en el desarrollo de esta tecnología, así como una cuantificación estimada del parque instalado, la situación de la industria y por último lo que entendemos va a ser la tecnología que se va a imponer en un futuro inmediato, el DMR.

Al enumerar tanto a las empresas que operan en España en este sector, como a las diferentes marcas que lideran este mercado en la actualidad, hemos tratado de ser minuciosos en dicha elaboración. En el supuesto de no haber incluido alguna empresa o marca, sería debido exclusivamente a una omisión involuntaria. ●