

# **COMUNICACIONES EN EL SERVICIO DE PREVENCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS Y SALVAMENTOS**

## **Tema 11**

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1	Evolución histórica .....	4
1.2	Importancia de la redundancia y la resiliencia.....	4
1.3	Sistemas de telefonía móvil .....	5
1.4	Equipamiento de comunicación en el Servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamentos .....	5
1.5	Procedimientos y códigos de radio .....	5
2	CONCEPTOS BÁSICOS DE TELECOMUNICACIONES: ONDAS Y ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO .....	5
2.1	Ondas electromagnéticas.....	6
2.2	Espectro electromagnético .....	6
2.2.1	Bandas de frecuencia de radio .....	7
2.2.2	Modulación de ondas.....	8
2.2.3	Interferencias y atenuación .....	8
3	SISTEMAS DE RADIO .....	8
3.1	PMR (Private Mobile Radio) .....	8
3.2	DMR (Digital Mobile Radio).....	9
3.3	TETRA (Terrestrial Trunked Radio) .....	9
4	MODO REPETIDOR Y MODO DIRECTO EN LAS COMUNICACIONES DE RADIO .....	10
4.1	Modo Repetidor .....	10
4.2	Modo Directo .....	10
5	SISTEMAS DE TELEFONÍA.....	12
5.1	Evolución de los sistemas de telefonía móvil .....	12
5.1.1	GSM (Global System for Mobile Communications) .....	12
5.1.2	GPRS (General Packet Radio Service).....	12
5.1.3	UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) .....	12
5.1.4	4G (Fourth Generation) .....	13
5.1.5	5G (Fifth Generation) .....	13
5.2	Comunicaciones satelitales en el Cuerpo de Bomberos .....	13
5.2.1	Características de las comunicaciones satelitales.....	13
5.2.2	Ventajas de las comunicaciones satelitales .....	14
5.2.3	Desafíos y consideraciones .....	14

5.3	Comunicaciones por datos: Smartphones y Tablets en el Servicio de Extinción de Incendios y Salvamentos .....	14
5.3.1	Aplicaciones prácticas .....	14
5.3.2	Ventajas de usar smartphones y tablets .....	15
5.3.3	Seguridad y privacidad .....	15
5.3.4	Durabilidad y fiabilidad .....	15
5.3.5	Integración con otros sistemas .....	15
6	RADIOS UTILIZADAS EN EL CBCM: MÓVILES, PORTÁTILES Y ACCESORIOS .....	16
6.1	Tipos de radios utilizadas en el CBCM.....	16
6.1.1	Radios Móviles .....	16
6.1.2	Radios Portátiles.....	16
6.2	Funciones TETRA utilizadas en el CBCM .....	17
6.3	Tipos de terminales .....	17
6.4	Modos de funcionamiento .....	17
6.5	Accesorios para radios .....	18
6.5.1	PTT (Push-To-Talk) .....	18
6.5.2	Micrófono craneal con auricular para casco .....	18
7	CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNICACIONES Y PROCEDIMIENTOS RADIOTELEFÓNICOS DEL CBCM .....	19
7.1	Elementos básicos de la comunicación.....	19
7.1.1	Mensaje .....	19
7.1.2	Emisor.....	19
7.1.3	Receptor .....	19
7.1.4	Canal.....	20
7.2	Procedimientos radiotelefónicos del CBCM .....	20
	BIBLIOGRAFÍA .....	23

# 1 INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones juegan un papel vital en la operativa diaria del Servicio de Extinción de Incendios y Salvamentos, proporcionando la infraestructura necesaria para la coordinación de equipos, la gestión de recursos y la transmisión de información durante las emergencias. Este capítulo introductorio ofrece una visión general de la importancia de las telecomunicaciones en el Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid (CBCM) y cómo estas han evolucionado con el tiempo para satisfacer las crecientes demandas de eficacia y rapidez en la respuesta a incidentes.

## 1.1 Evolución histórica

Históricamente, la comunicación en los servicios de extinción dependía de métodos analógicos, permitiendo la comunicación a distancia sin necesidad de línea de visión directa. Estos primeros sistemas de radio, aunque revolucionarios para su época, presentaban limitaciones en términos de alcance, calidad de la señal y seguridad. Las interferencias eran comunes y la privacidad de las comunicaciones no estaba garantizada.

La transición de sistemas analógicos a digitales ha sido un cambio crucial en las telecomunicaciones para los servicios de emergencias. Los sistemas de radio digitales, como el DMR (Digital Mobile Radio) y TETRA (Terrestrial Trunked Radio), ofrecen mejoras significativas en la calidad del audio, el alcance y la seguridad de las comunicaciones. La tecnología digital permite la encriptación de las comunicaciones, lo cual es esencial para la seguridad en operaciones sensibles, y ofrece funcionalidades avanzadas como la capacidad de transmitir datos junto con voz.

## 1.2 Importancia de la redundancia y la resiliencia

En situaciones de emergencia, las infraestructuras de telecomunicaciones pueden verse comprometidas, por ello, es esencial que los sistemas de comunicación utilizados por el personal interviniente sean redundantes y resilientes. La redundancia se refiere a la existencia de múltiples sistemas de comunicación que pueden operar de manera independiente, asegurando que, si uno falla, otros pueden tomar su lugar. La resiliencia implica que estos sistemas sean robustos y capaces de funcionar bajo condiciones extremas.

El Modo Repetidor y el Modo Directo son ejemplos de cómo se puede asegurar la continuidad de la comunicación:

- En el Modo Repetidor, las señales de radio se transmiten a través de una estación repetidora que amplifica y extiende el alcance de la señal. Esto es útil en áreas con obstáculos físicos que podrían bloquear la comunicación directa.
- En el Modo Directo, las radios se comunican entre sí sin necesidad de una estación repetidora, lo cual es esencial en situaciones donde las infraestructuras de apoyo, como las torres de telecomunicaciones, estén fuera de servicio.

### 1.3 Sistemas de telefonía móvil

Además de los sistemas de radio, los avances en la telefonía móvil han proporcionado los servicios de emergencia herramientas adicionales para la comunicación. Los sistemas GSM (Global System for Mobile Communications) y sus sucesores, GPRS (General Packet Radio Service), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), 4G y 5G, han expandido las capacidades de comunicación, permitiendo no solo la transmisión de voz, sino también el intercambio de datos en tiempo real. Esto es particularmente útil para la transmisión de imágenes, vídeos y otros tipos de datos que pueden ser cruciales durante una intervención.

El uso de dispositivos móviles como smartphones y tablets ha revolucionado la gestión de las emergencias. Estos dispositivos facilitan la comunicación y permiten el acceso a aplicaciones específicas que pueden ayudar en la coordinación y gestión de los recursos durante un servicio. Por ejemplo, aplicaciones de mapas, sistemas de gestión de incidentes y bases de datos de mercancías peligrosas son herramientas valiosas para los servicios de extinción, proporcionando información en tiempo real que puede ser crucial para la toma de decisiones rápidas y efectivas.

### 1.4 Equipamiento de comunicación en el Servicio de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamentos

El equipo específico de comunicación utilizado por los cuerpos de bomberos está diseñado para soportar condiciones extremas y proporcionar una comunicación fiable en entornos adversos. Las radios móviles y portátiles son herramientas esenciales, y deben ser robustas, resistentes al agua y al polvo, y capaces de operar en temperaturas extremas. Los accesorios, como los dispositivos PTT (Push-To-Talk) y los micrófonos craneales con auricular para casco, son fundamentales para asegurar una comunicación clara y constante, incluso en entornos ruidosos y peligrosos.

### 1.5 Procedimientos y códigos de radio

Cada servicio de emergencias tiene procedimientos específicos de radiocomunicación que deben seguirse para asegurar una coordinación eficiente. En el caso del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid (CBCM), por ejemplo, se utilizan códigos de radio específicos y procedimientos estandarizados que facilitan una comunicación clara y eficiente. Estos códigos y procedimientos son esenciales para la coordinación durante una intervención, asegurando que todos los miembros del equipo estén alineados y puedan actuar de manera sincronizada.

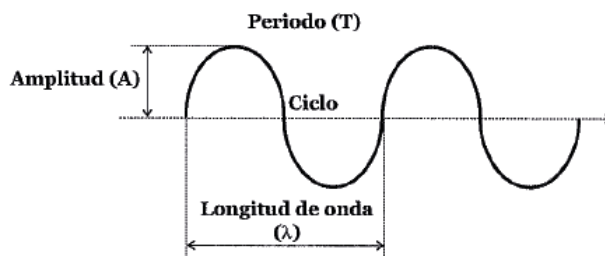
## 2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TELECOMUNICACIONES: ONDAS Y ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Para comprender cómo funcionan las comunicaciones en el Servicio de Extinción, es esencial tener una base sólida en los conceptos básicos de telecomunicaciones, especialmente en lo relacionado con las ondas y el espectro electromagnético. Este capítulo profundiza en estos conceptos fundamentales, proporcionando el conocimiento necesario para entender cómo se transmiten las señales de comunicación y cómo se pueden optimizar para su uso en situaciones de emergencia.

## 2.1 Ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas son la base de todas las telecomunicaciones. Estas ondas son fluctuaciones en los campos eléctricos y magnéticos que se propagan a través del espacio. La velocidad de propagación de estas ondas es la velocidad de la luz en el vacío, aproximadamente 300.000 kilómetros por segundo (km/s). Se clasifican según su frecuencia y su longitud de onda, que determinan sus propiedades y usos.

La frecuencia de una onda electromagnética representa el número de ciclos (oscilaciones completas) de la onda que pasan por un punto específico en un segundo. Se mide en hertzios (Hz), donde 1 Hz equivale a un ciclo por segundo.



La longitud de onda, por otro lado, es la distancia entre dos puntos equivalentes consecutivos en la onda. Se mide en unidades de longitud, como metros (m), centímetros (cm), nanómetros (nm), etc.

Matemáticamente, la frecuencia es inversamente proporcional a la longitud de onda, para una onda que se propaga a una velocidad constante. Por ende, las longitudes de onda más largas tienen frecuencias más bajas, mientras que las longitudes de onda más cortas tienen frecuencias más altas.

Las ondas de radio, que son utilizadas en las comunicaciones de los servicios de extinción, son una forma de ondas electromagnéticas con longitudes de onda largas y frecuencias bajas en comparación con otras ondas como las microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioletas, los rayos X y los rayos gamma.

## 2.2 Espectro electromagnético

El espectro electromagnético es el rango completo de todas las frecuencias de ondas electromagnéticas. Se divide en diferentes regiones, cada una con sus propias características y aplicaciones. Las principales regiones del espectro electromagnético son:

1. **Ondas de radio:** Utilizadas para las transmisiones de radio y televisión, así como para las comunicaciones móviles y por satélite. Las frecuencias típicas van desde unos pocos kilohertzios (kHz) hasta varios gigahertzios (GHz).
2. **Microondas:** Utilizadas en comunicaciones por satélite, enlaces de microondas terrestres y hornos microondas. Las frecuencias típicas van desde 1 GHz hasta 300 GHz.
3. **Infrarrojo:** Utilizado en controles remotos, cámaras de visión nocturna y ciertas aplicaciones de comunicación de datos. Las frecuencias típicas van desde 300 GHz hasta 400 Terahertzios (THz).
4. **Luz visible:** La parte del espectro electromagnético que puede ser vista por el ojo humano. Las frecuencias típicas van desde 400 THz hasta 700 THz.
5. **Ultravioleta:** Utilizado en aplicaciones médicas y de esterilización. Las frecuencias típicas van desde 700 THz hasta 30 Petahertzios (PHz).
6. **Rayos X:** Utilizados en aplicaciones médicas y de seguridad. Las frecuencias típicas van desde 30 PHz hasta 30 Exahertzios (EHz).

7. **Rayos gamma:** Utilizados en aplicaciones médicas y científicas. Las frecuencias típicas son superiores a 30 EHz.

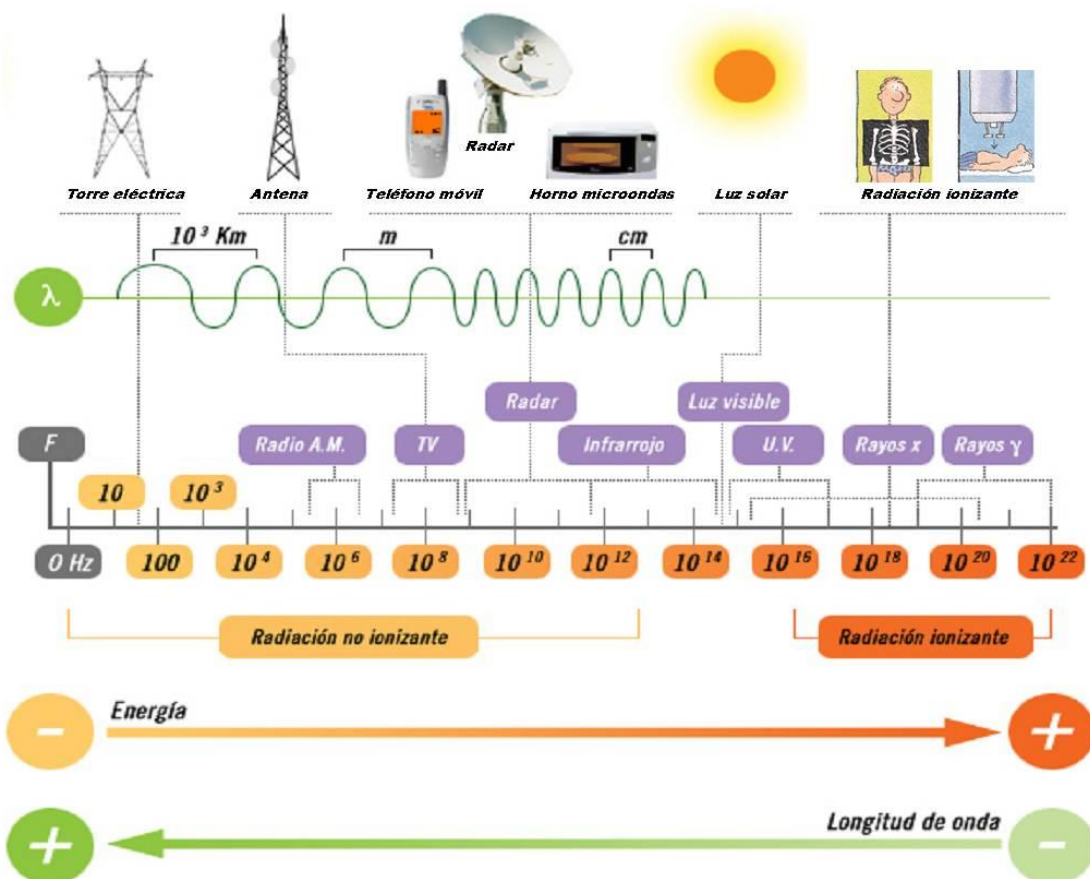


Figura 1. Espectro de frecuencias. Fuente: Universidad de Zaragoza

Las ondas de radio son especialmente relevantes para las comunicaciones debido a su capacidad para propagarse a largas distancias y penetrar obstáculos como edificios y vegetación. Esto es crucial en situaciones de emergencia donde la comunicación debe mantenerse incluso en entornos difíciles y cambiantes.

### 2.2.1 Bandas de frecuencia de radio

Bandas	$\lambda$ (m)	Frecuencias	Características y uso típico
VLF	30.000 – 10.000	3 – 30 kHz	Gran penetración en agua marina. Enlace radio con submarinos.
LF	10.000 – 1.000	30 – 300 kHz	Desvanecimientos. Enlaces a gran distancia sobre el mar.
MF	1.000 – 100	300 kHz – 3 MHz	Dependencia de la actividad solar. Desvanecimientos. Radiodifusión en modulación amplitud.
HF	100 – 10	3 – 30 MHz	Gran dependencia de la actividad solar, desvanecimientos. Comunicaciones a media y larga distancia.

Bandas	$\lambda$ (m)	Frecuencias	Características y uso típico
VHF	10 – 1	30 – 300 MHz	Comunicaciones móviles. Radiodifusión TV y FM.
UHF	1 – 0,1	300 MHz – 3 GHz	Comunicaciones móviles. Ayudas a la navegación, radar, telemetría.
SHF	0,1 – 0,01 Microondas	3 – 30GHz	Propagación cuasi-óptica. Radar, enlaces fijos de radio, comunicaciones por satélite y espaciales.
EHF	0,01 – 0,001 Microondas	30 – 300GHz	
EHF (THF)	0,001 – 0,0001 Microondas	300 – 3.000 GHz	

Tabla 1. Bandas de frecuencia de radio.

### 2.2.2 Modulación de ondas

La modulación es el proceso de variar una o más propiedades de una onda portadora para transmitir información. En las telecomunicaciones, las dos formas más comunes de modulación son la modulación en amplitud (AM) y la modulación en frecuencia (FM):

- **Modulación en Amplitud (AM):** En este tipo de modulación, la amplitud de la onda portadora varía en proporción a la señal de información. Aunque AM es más simple y menos costosa de implementar, es más susceptible a las interferencias y al ruido.
- **Modulación en Frecuencia (FM):** En FM, es la frecuencia de la onda portadora la que varía en proporción a la señal de información. FM ofrece mejor calidad de sonido y es menos susceptible a las interferencias y al ruido en comparación con la AM.

### 2.2.3 Interferencias y atenuación

Las interferencias y la atenuación son desafíos comunes en las telecomunicaciones. Las interferencias pueden ser causadas por otras señales de radio, equipos eléctricos o fenómenos naturales como las tormentas solares.

La atenuación es la pérdida de intensidad de la señal a medida que se propaga, lo cual puede ser causado por la distancia, los obstáculos físicos o las condiciones atmosféricas.

Para mitigar estos problemas, se utilizan diversas técnicas y tecnologías, como la encriptación y la codificación de señales que ayudan a proteger la información contra interferencias y accesos no autorizados, o los amplificadores y repetidores que se utilizan para aumentar la intensidad de la señal y extender su alcance.

## 3 SISTEMAS DE RADIO

### 3.1 PMR (Private Mobile Radio)

PMR se refiere a los sistemas de radio móvil privado, de tecnología analógica, diseñados para ser utilizados por organizaciones y servicios que requieren una comunicación interna fiable y segura. PMR es ampliamente utilizado en una variedad de sectores, incluyendo la seguridad pública, el



transporte y la logística. En el contexto de los servicios de extinción, PMR ofrece una solución de comunicación robusta y adaptable, adecuada para diversas aplicaciones operativas.

#### **Características y ventajas del PMR:**

- Frecuencias privadas: Los sistemas PMR utilizan frecuencias asignadas exclusivamente para su uso, lo que minimiza las interferencias y garantiza la privacidad de las comunicaciones.
- Robustez y durabilidad: Los equipos PMR están diseñados para resistir condiciones extremas, incluyendo altas temperaturas, humedad y polvo, lo cual es crucial en entornos de emergencia.
- Simples y eficaces: PMR es fácil de usar y configurar, permitiendo una rápida implementación y adaptación a las necesidades específicas de cada operación.

### **3.2 DMR (Digital Mobile Radio)**

DMR es un estándar de comunicación por radio digital. Ofrece una serie de ventajas sobre los sistemas de radio analógicos tradicionales, incluyendo una mejor calidad de audio, mayor eficiencia espectral y capacidades avanzadas de datos.

#### **Características y ventajas del DMR:**

- Calidad de audio superior: La tecnología digital de DMR proporciona una calidad de audio clara y sin interferencias, incluso en entornos ruidosos y de alto estrés.
- Eficiencia espectral: DMR utiliza tecnologías avanzadas de codificación y modulación para maximizar el uso del espectro radioeléctrico, permitiendo más canales de comunicación en el mismo ancho de banda.
- Capacidades de datos: Además de la comunicación de voz, DMR soporta la transmisión de datos, incluyendo mensajes de texto y localización GPS, lo cual es extremadamente útil para la gestión y coordinación de recursos en tiempo real.

### **3.3 TETRA (Terrestrial Trunked Radio)**

TETRA es un estándar de comunicación por radio digital desarrollado específicamente para la seguridad pública y los servicios de emergencia. TETRA ofrece una solución de comunicación altamente fiable y segura, con características avanzadas diseñadas para satisfacer las necesidades únicas de estos sectores.

#### **Características y ventajas del TETRA:**

- Seguridad avanzada: TETRA proporciona encriptación de extremo a extremo, asegurando que todas las comunicaciones sean privadas y protegidas contra interceptaciones no autorizadas.
- Capacidad de red: Las redes TETRA pueden manejar un gran número de usuarios simultáneos, lo cual es esencial para la coordinación de grandes equipos durante emergencias masivas.
- Funciones avanzadas: TETRA ofrece una gama de funciones avanzadas, incluyendo llamadas de grupo, llamadas de emergencia prioritarias y capacidades de interconexión con otros sistemas de comunicación.

## 4 MODO REPETIDOR Y MODO DIRECTO EN LAS COMUNICACIONES DE RADIO

### 4.1 Modo Repetidor

El Modo Repetidor es un método de operación en el cual una estación base repetidora recibe una señal de radio y la retransmite. Esta retransmisión amplifica y extiende el alcance de la señal original, permitiendo la comunicación a distancias mucho mayores que las que son posibles en Modo Directo. Además, esta estación base está conectada con otras estaciones base, repartiendo la señal por toda la Comunidad de Madrid.

#### Características del Modo Repetidor

- Amplificación de señal: La estación repetidora recibe una señal de entrada y la retransmite con mayor potencia, superando obstáculos físicos como edificios y terrenos irregulares.
- Extensión de alcance: Permite la comunicación en áreas amplias, esencial para operaciones en grandes ciudades o regiones rurales extensas.
- Requiere de una infraestructura: Necesita la instalación y mantenimiento de estaciones repetidoras en ubicaciones estratégicas.

#### Ventajas del Modo Repetidor

- Cobertura ampliada: Ideal para situaciones donde los equipos de bomberos están dispersos en un área extensa.
- Mejor calidad de señal: La retransmisión amplificada mejora la calidad de la comunicación, reduciendo la pérdida de señal y las interferencias.
- Capacidad de comunicación multicanal: Permite la gestión de múltiples canales de comunicación, facilitando la coordinación de equipos y recursos.

#### Desventajas del Modo Repetidor

- Dependencia de infraestructura: Si la estación repetidora falla o queda fuera de servicio, la comunicación puede verse seriamente afectada.
- Costo de implementación y mantenimiento: Requiere de una inversión en equipos y mantenimiento regular para asegurar su funcionamiento.
- Retraso de la señal: Aunque generalmente es insignificante, la retransmisión puede introducir un pequeño retraso en la comunicación.
- Falta de cobertura en espacios confinados: En túneles, metro, etc., la cobertura en Modo Repetidor falla y, por ello, la única forma de comunicación en este tipo de espacios es a través del Modo Directo con otro dispositivo que esté cercano.

### 4.2 Modo Directo

El Modo Directo, también conocido como modo simplex, es un método de operación en el cual los radios se comunican directamente entre sí sin la intervención de una estación base repetidora. Este

modo es útil en situaciones donde la comunicación debe establecerse rápidamente y la infraestructura de repetición no está disponible o no es práctica.

#### Características del Modo Directo

- Comunicación directa: Las radios transmiten y reciben señales directamente entre ellas en la misma frecuencia.
- Dependencia de línea de vista: La eficacia de la comunicación depende de la línea de vista y de la proximidad entre las radios.
- Simplicidad: No requiere infraestructura adicional, lo que lo hace ideal para situaciones de emergencia inmediata.

#### Ventajas del Modo Directo

- Independencia de infraestructura: Funciona sin necesidad de repetidores, ideal en situaciones donde la infraestructura puede estar dañada o inaccesible.
- Bajo costo: Menos costoso de implementar y mantener ya que no requiere de equipos adicionales.
- Rapidez de despliegue: Permite una comunicación rápida y eficiente en situaciones de emergencia inmediata.

#### Desventajas del Modo Directo

- Alcance limitado: La comunicación se limita a la distancia que las radios pueden cubrir sin ayuda de repetidores. Normalmente de máximo 1 km en espacios sin paredes, obstáculos, etc.
- Calidad de señal variable: Puede verse afectada por obstáculos físicos y condiciones ambientales, lo que puede reducir la claridad de la comunicación.
- Capacidad de canal único: Generalmente soporta un solo canal de comunicación, lo que puede ser una limitación en operaciones complejas.

	<b>Modo Directo</b>	<b>Modo Repetidor</b>
<b>Transmisión</b>	En la misma frecuencia.	Cada equipo transmite en una frecuencia y recibe en otra.
<b>Elementos intermedios</b>	No hay.	Hay repetidor.
<b>Radio de cobertura</b>	Pequeño (1 km).	Zona de influencia es mucho mayor.
<b>Utilización</b>	Comunicaciones entre nuestro propio equipo.	Comunicación entre parques, con otra dotación situada a una distancia o entre las jefaturas de intervención en un siniestro.

Tabla 2. Comparativa modo directo y modo repetidor.

## 5 SISTEMAS DE TELEFONÍA

### 5.1 Evolución de los sistemas de telefonía móvil

#### 5.1.1 GSM (Global System for Mobile Communications)

El sistema GSM, lanzado comercialmente a principios de la década de 1990, fue el primer sistema de telefonía móvil digital que se adoptó globalmente. Proporcionó una mejora significativa en la calidad de la voz y la capacidad de red en comparación con los sistemas analógicos.

- Características clave: Utiliza la modulación TDMA (Time Division Multiple Access) para permitir múltiples llamadas en el mismo canal.
- Ventajas: Mejor calidad de voz, mayor capacidad de red, y servicios adicionales como SMS (Short Message Service).
- Impacto en los Servicios de Extinción: Facilitó la comunicación personal y la coordinación básica en emergencias. Se comenzó a utilizar la telefonía móvil para las comunicaciones entre mandos, central, etc.

#### 5.1.2 GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS, introducido en la década de 1990 como una mejora de GSM, añadió la capacidad de transmisión de datos, permitiendo el acceso a Internet móvil por primera vez.

- Características clave: Tecnología de conmutación de paquetes que permite la transmisión de datos de manera continua.
- Ventajas: Acceso a Internet móvil, servicios de correo electrónico y aplicaciones de datos básicos.
- Impacto en los Servicios de Extinción: Introdujo la capacidad de enviar y recibir datos en tiempo real, mejorando la coordinación y el acceso a la información.

#### 5.1.3 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

UMTS, también conocido como 3G, fue un avance significativo que permitió velocidades de datos mucho más rápidas y una mayor capacidad de red.

- Características clave: Utiliza la tecnología WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access).
- Ventajas: Mayor velocidad de datos, mejor calidad de voz, y capacidad para soportar aplicaciones multimedia.
- Impacto en los Servicios de Extinción: Facilitó el uso de aplicaciones avanzadas, como la videollamada y la transmisión de datos de alta velocidad, mejorando la toma de decisiones y la coordinación.

#### 5.1.4 4G (Fourth Generation)

La tecnología 4G, basada en LTE (Long Term Evolution), llevó la telefonía móvil a un nuevo nivel con velocidades de datos significativamente más altas y menor latencia.

- Características clave: Alta velocidad de datos, baja latencia y mayor eficiencia espectral.
- Ventajas: Transmisión de video en alta definición, aplicaciones en tiempo real, y mejor cobertura y capacidad de red.
- Impacto en los Servicios de Extinción: Permitió el uso de aplicaciones en tiempo real, como retransmisiones de video en vivo desde el campo, acceso a bases de datos en línea, y una mejor comunicación y coordinación en tiempo real.

#### 5.1.5 5G (Fifth Generation)

La tecnología 5G, la última evolución en telefonía móvil, promete revolucionar las comunicaciones con velocidades de datos extremadamente altas, latencia ultrabaja y una capacidad masiva de dispositivos conectados.

- Características clave: Velocidades de datos de hasta 10 Gbps, latencia de menos de 1 ms, y capacidad para soportar una gran cantidad de dispositivos conectados simultáneamente.
- Ventajas: Aplicaciones avanzadas como la realidad aumentada, la Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas (IoT).
- Impacto en los Servicios de Extinción: Mejora la coordinación en tiempo real con acceso instantáneo a datos y análisis avanzados, uso de drones para la evaluación y el monitoreo en vivo, y aplicaciones avanzadas para la gestión de incidentes. Todavía no está muy desarrollado en el CBCM.

### 5.2 Comunicaciones satelitales en el Cuerpo de Bomberos

Las comunicaciones satelitales se han convertido en una herramienta vital para los cuerpos de bomberos, especialmente en situaciones de emergencia donde las infraestructuras de comunicación terrestres pueden estar dañadas o ser inexistentes. Estas tecnologías permiten la transmisión de voz, datos y video a través de satélites en órbita, garantizando una cobertura global y confiable incluso en las áreas más remotas o afectadas por desastres naturales.

#### 5.2.1 Características de las comunicaciones satelitales

Las comunicaciones satelitales se basan en la transmisión de señales de radio desde un terminal en la Tierra a un satélite en órbita, que luego retransmite la señal a otro terminal en la Tierra. Existen diferentes tipos de satélites utilizados en estas comunicaciones:

- Satélites Geoestacionarios (GEO): Permanecen fijos en un punto específico sobre la Tierra, proporcionando cobertura continua sobre grandes áreas. Son ideales para comunicaciones de larga duración en un área específica.
- Satélites de Órbita Baja (LEO): Orbitan a menor altitud y ofrecen menor latencia en la comunicación. Son más eficaces para comunicaciones móviles y de banda ancha.

- Satélites de Órbita Media (MEO): Ofrecen un equilibrio entre cobertura y latencia, siendo útiles para diversas aplicaciones.

## 5.2.2 Ventajas de las comunicaciones satelitales

- Cobertura global: Las comunicaciones satelitales no dependen de la infraestructura terrestre, lo que permite su uso en cualquier parte del mundo, incluso en los lugares más inaccesibles.
- Fiabilidad en situaciones críticas: Los satélites son menos vulnerables a los desastres naturales que las redes terrestres, lo que los convierte en una opción fiable para las comunicaciones en situaciones de emergencia.
- Capacidad de respuesta rápida: Las redes satelitales pueden desplegarse rápidamente, proporcionando una solución inmediata para las comunicaciones cuando las redes tradicionales están caídas o sobrecargadas.
- Interoperabilidad: Muchos sistemas satelitales están diseñados para ser interoperables con otros sistemas de comunicación, lo que facilita la integración con redes de radio y telefonía móvil.

## 5.2.3 Desafíos y consideraciones

A pesar de sus numerosas ventajas, las comunicaciones satelitales también presentan ciertos desafíos:

- Costo: El equipo satelital y el uso de servicios satelitales pueden ser costosos, tanto en términos de adquisición como de operación. Esto incluye el costo de los terminales satelitales, las tarifas de transmisión y el mantenimiento de los equipos.
- Latencia: Especialmente en el caso de satélites geoestacionarios, la distancia que la señal debe recorrer puede introducir un retraso (latencia) en las comunicaciones. Aunque esto es menos pronunciado en satélites LEO, sigue siendo un factor a considerar en aplicaciones críticas donde la inmediatez es clave.
- Condiciones atmosféricas: Factores como tormentas solares o condiciones meteorológicas adversas pueden afectar a la calidad de la señal y la fiabilidad de las comunicaciones satelitales.

## 5.3 Comunicaciones por datos: Smartphones y Tablets en el Servicio de Extinción de Incendios y Salvamentos

### 5.3.1 Aplicaciones prácticas

- Gestión de incidentes: aplicaciones específicas permiten al personal coordinar y gestionar incidentes en tiempo real, con acceso a mapas interactivos, registros de incidentes y asignación de recursos.
- Acceso a información crítica: la plantilla puede acceder rápidamente a bases de datos, manuales, protocolos de seguridad y otra información crucial, mejorando la toma de decisiones en el campo.

- Comunicación en tiempo real: la capacidad de enviar y recibir mensajes, correos electrónicos y notificaciones en tiempo real mejora la coordinación y la eficiencia durante las operaciones.

### 5.3.2 Ventajas de usar smartphones y tablets

- Portabilidad y flexibilidad: Estos dispositivos son compactos y portátiles, permitiendo a los bomberos/as llevarlos fácilmente y utilizarlos en diversos entornos.
- Interfaz intuitiva: La mayoría de los smartphones y tablets tienen interfaces fáciles de usar, lo que reduce la necesidad de capacitación extensa.
- Capacidades multimodales: Permiten la comunicación por voz, texto y video, así como la utilización de aplicaciones avanzadas para diversas tareas operativas.

### 5.3.3 Seguridad y privacidad

- Protección de datos: Es esencial implementar medidas de seguridad robustas para proteger la información sensible que se transmite y almacena en estos dispositivos.
- Autenticación y autorización: Utilizar métodos de autenticación seguros, como la autenticación multifactor, para garantizar que solo el personal autorizado tenga acceso a la información crítica.

### 5.3.4 Durabilidad y fiabilidad

- Resistencia a condiciones extremas: Los dispositivos utilizados por los servicios de bomberos y bomberas deben ser resistentes al agua, el polvo, el calor y los impactos, asegurando su funcionalidad en entornos hostiles.
- Batería y autonomía: Es crucial que los dispositivos tengan una larga duración de batería y opciones de carga rápida para garantizar que permanezcan operativos durante períodos extensos de tiempo.

### 5.3.5 Integración con otros sistemas

- Sistemas de gestión de incidentes: Asegurar que los smartphones y las tablets se integren de manera fluida con otros sistemas de gestión de incidentes y comunicación utilizados por el servicio. Actualmente, las tablets utilizadas por los mandos y jefatura del CBCM, están conectadas con la aplicación informática de gestión de incidentes.
- Interoperabilidad: Utilizar estándares abiertos y tecnologías interoperables para facilitar la comunicación y el intercambio de información con otras agencias y servicios de emergencia.

En resumen, los smartphones y las tablets han transformado la manera en que los servicios de extinción acceden a la información y coordinan sus esfuerzos durante las emergencias. Con aplicaciones avanzadas y herramientas de comunicación en tiempo real, estos dispositivos mejoran significativamente la eficiencia y la efectividad del Servicio. A medida que la tecnología continúa avanzando, las oportunidades para mejorar las comunicaciones por datos en el CBCM son amplias, prometiendo una respuesta más rápida, informada y coordinada a las emergencias.

## 6 RADIOS UTILIZADAS EN EL CBCM: MÓVILES, PORTÁTILES Y ACCESORIOS

Las radios son herramientas esenciales para las comunicaciones de bomberos/as, permitiendo una comunicación rápida y efectiva en situaciones de emergencia. Este capítulo examina en detalle los tipos de radios utilizadas en el Servicio, incluyendo radios móviles y portátiles, así como los accesorios clave que mejoran su funcionalidad y uso en el campo.

El sistema utilizado en el CBCM es el sistema TETRA.

### 6.1 Tipos de radios utilizadas en el CBCM

#### 6.1.1 Radios Móviles

Las radios móviles son dispositivos instalados en los vehículos de emergencia, proporcionando una comunicación robusta y de largo alcance para las personas intervinientes en movimiento.

- Características clave: Mayor potencia de transmisión, antenas externas para una mejor recepción y opciones de montaje en vehículos.
- Ventajas: Proporcionan una cobertura amplia, especialmente útil en áreas rurales y durante desplazamientos largos.
- Aplicaciones: Comunicación entre vehículos de emergencia, coordinación con el centro de comando y transmisión de información crítica durante el trayecto hacia una emergencia.

#### 6.1.2 Radios Portátiles

Las radios portátiles, también conocidas como walkie-talkies, son dispositivos de mano que permiten al personal de emergencias comunicarse de manera efectiva en el campo.

- Características clave: Portabilidad, facilidad de uso y baterías extraíbles y recargables de larga duración.
- Ventajas: Permiten la comunicación directa y rápida entre los miembros del equipo, esenciales para la coordinación en el sitio de la emergencia.
- Aplicaciones: Uso en operaciones de rescate, búsqueda y salvamento, y coordinación durante incendios y otras emergencias.



Figura 2. Terminales TETRA



## 6.2 Funciones TETRA utilizadas en el CBCM

- Llamada individual: Conecta al usuario de la red con otro usuario, uno a uno (como en telefonía). Desde un terminal podemos llamar a otro terminal, por lo que la comunicación será más privada que en PMR.
- Llamada en grupo: Conecta a un usuario con un grupo. No es necesario que los usuarios sean fijos, por lo que se podrán conectar de manera dinámica. En una red de emergencias, los grupos están configurados previamente y solo se permiten las llamadas entre los mismos grupos. Sólo a unos pocos terminales, se les permitirá llamadas entre distintos grupos.
- Operación en Modo Directo (DMO): Las personas usuarias se conectan entre sí, sin necesidad de la estructura de la red, igual que se haría en una red PMR en canal directo. Lo contrario sería el Modo Red (TMO).
- Transmisión de SDS (mensaje de estado): Permite el envío de claves de estado (clave 2, 3, etc.).
- Servicio de datos breves: Similar a los SMS, permite realizar el envío de mensajes de texto entre los terminales.
- AVL (Automatic Vehicle Localizator): Capacidad de transmitir la posición GPS de un vehículo o persona a la central de datos.

## 6.3 Tipos de terminales

Dentro de la red TETRA se utilizan una serie de terminales, cada uno con características específicas:

- **Terminales Bases:** Ubicadas en sitios fijos y alimentadas a través de la red eléctrica, están equipados con antenas colocadas en lugares altos, lo que les permite ofrecer un gran alcance y cubrir grandes áreas.
- **Terminales Móviles:** Instalados en el vehículo y alimentados por la batería del mismo, estos terminales ofrecen una gran cobertura.
- **Terminales Portátiles (Walkie-Talkies):** Alimentadas con baterías de litio, tienen un menor alcance que las Bases y las Móviles.

## 6.4 Modos de funcionamiento

Existen dos modos de funcionamiento:

- **Modo Red (TMO – Trunked Mode Operation):** La forma habitual. Las personas se conectan a los nodos del sistema y establecen conexión con otras, igualmente conectadas. Usa el Modo Repetidor.
- **Modo Directo (DMO – Direct Mode Operation):** Las personas se conectan entre sí sin necesidad de la estructura de la red, igual que se harían en una red PMR en canal directo (Como walkie-talkies). Usa el Modo Directo.

## 6.5 Accesorios para radios

### 6.5.1 PTT (Push-To-Talk)

El botón PTT es un componente esencial de las radios, permitiendo a los usuarios transmitir mensajes con solo presionar un botón.

- Características clave: Diseño ergonómico, fácil acceso y operación intuitiva.
- Ventajas: Simplifica la comunicación, permitiendo al personal interviniente concentrarse en sus tareas mientras se comunican.

**Hay dos tipos de PTT:**

- PTT con cable rizado: Utilizado para incendios forestales, asistencias técnicas, etc.
- PTT de pecho: Utilizado para incendios estructurales con el uniforme de intervención.

### 6.5.2 Micrófono craneal con auricular para casco

Este accesorio permite al personal comunicarse de manera efectiva mientras se utiliza el casco de protección y es esencial para mantener la comunicación en entornos ruidosos y peligrosos.

- Características clave: Micrófono y auricular integrados en el casco, cancelación de ruido y diseño resistente.
- Ventajas: Mejora la claridad de la comunicación en entornos ruidosos, permite el uso de manos libres y es compatible con equipos de protección personal.
- Aplicaciones: Uso en incendios estructurales y cualquier situación donde el ruido y el uso de equipos de protección dificulten la comunicación.



Figura 3. Accesorios para radios. A la izquierda, PTT rizado; en el centro y a la derecha, PTT de pecho con micrófono y altavoz craneal

## 7 CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNICACIONES Y PROCEDIMIENTOS RADIOTELEFÓNICOS DEL CBCM

La comunicación eficaz es esencial en cualquier operación de emergencia.

### 7.1 Elementos básicos de la comunicación

#### 7.1.1 Mensaje

El mensaje es la información que se desea transmitir de un punto a otro. En el contexto del Servicio de Extinción, el mensaje puede incluir instrucciones, información de situación, solicitudes de recursos y actualizaciones de estado.

- Características clave: Claridad, concisión y relevancia.
- Importancia: Un mensaje claro y conciso es esencial para evitar malentendidos y asegurar una respuesta rápida y eficaz.
- Ejemplos prácticos: "Fuego controlado en el sector norte", "Necesitamos dos dotaciones más en el flanco derecho", "Evacuación completa del edificio".

#### 7.1.2 Emisor

El emisor es la persona o dispositivo que transmite el mensaje. En las operaciones de emergencia, los emisores pueden ser mandos o jefatura de intervención, personal de la central de comunicaciones, o bomberos y bomberas del equipo que necesite comunicar información crucial.

- Características clave: Autoridad, claridad en la transmisión y conocimiento del protocolo de comunicación.
- Importancia: la persona que emite debe ser clara y precisa para asegurar que el mensaje sea comprendido correctamente por la receptora.
- Ejemplos prácticos: La jefatura de intervención emitiendo órdenes, un binomio solicitando apoyo, un/a operador/a de radio coordinando recursos.

#### 7.1.3 Receptor

El receptor es la persona o dispositivo que recibe el mensaje. En el contexto del CBCM, los receptores pueden ser compañeras/os del equipo, la central de comunicaciones, o recursos de apoyo o mandos y jefatura de la intervención.

- Características clave: Atención, capacidad para comprender y actuar sobre el mensaje.
- Importancia: la persona que recibe el mensaje debe interpretarlo correctamente y actuar de acuerdo con la información recibida para asegurar una respuesta coordinada.
- Ejemplos prácticos: equipos recibiendo órdenes, personal de CECOP retransmitiendo información, recursos de apoyo respondiendo a solicitudes.

#### 7.1.4 Canal

El canal es el medio a través del cual se transmite el mensaje. En los servicios de extinción, los canales pueden incluir radios, teléfonos móviles, redes de datos y sistemas de comunicación digital.

- Características clave: Fiabilidad, claridad de transmisión y adecuación al entorno operativo.
- Importancia: Un canal adecuado asegura que el mensaje llegue al receptor de manera clara y sin interferencias.
- Ejemplos prácticos: Frecuencias de radio designadas, aplicaciones de comunicación móvil, sistemas de gestión de incidentes en línea.

### 7.2 Procedimientos radiotelefónicos del CBCM

Las comunicaciones por emisora quedarán reservadas preferentemente para intervenciones. Toda comunicación entre recurso–recurso o recurso–CECOP, deberá ser por emisora siempre que se pueda.

En toda comunicación existen varios **componentes**:

- **Voz:** Es la suma del tono, el timbre y la intensidad.
  - Tono: No debe ser ni muy grave ni muy agudo.
  - Timbre: Es la cualidad de cada voz. Debe ser lo más neutral posible sin que se denoten sensaciones o estados de ánimo.
  - Intensidad: Es el volumen de la voz. Debe ser normal y graduarlo según demande el oyente.
- **Ruido:** Es la interferencia a la comunicación. Si el ruido es alto, habrá que aumentar la intensidad. En caso de haber mucho ruido, habrá que intentar la comunicación a través de otros canales, ya sea usando otros canales de radio, o usando el teléfono.
- **Silencio:** Es una parte fundamental de la comunicación para que ésta tenga sentido y sea entendible. No se deben usar silencios largos, pero sí pausas separando frases. Hay que evitar las frases largas.

El **mensaje** debe ser:

- Breve: Hacer frecuentes interrupciones si hay que comunicar un mensaje largo.
- Conciso: Debe de “ir al grano”. No decorarlo ni utilizar palabras complicadas. Utilizar frases con sentido, con sujeto y predicado.
- Uniforme: El mensaje debe tener el mismo tono, timbre e intensidad.

**Buenas prácticas:**

- Brevedad: Hablar sólo lo necesario para no saturar la red.
- No interrumpir: Antes de hablar, esperar unos segundos por si hubiera una comunicación en proceso. Dejar que se responda un “recibido” antes de iniciar nueva comunicación.

- Formalismos: No es necesario saludar ni despedirse, ni dar las gracias, pero sí hay que hablar con amabilidad.
- Tercera persona: Se hablará de usted.
- Evitar ambigüedades: Utilizar frases directas y específicas para reducir la posibilidad de malentendidos.
- Consistencia: Emplear terminología y protocolos de comunicación consistentes en todo el equipo.

#### Confirmación y retroalimentación:

- Confirmar recepción: Siempre solicitar y proporcionar confirmación de recepción y comprensión de los mensajes.
- Retroalimentación continua: Mantener una comunicación bidireccional para asegurar que cualquier cambio en la situación se comunique rápidamente.

#### Errores a evitar:

- Uso de argot.
- Repetir ideas.
- Uso de frases largas.
- No ajustar el tono ni la intensidad.
- No pensar antes de hablar y hacerlo durante el mensaje.
- Comunicaciones innecesarias.

#### Pasos para dar el mensaje:

1. Pensar el mensaje.
2. Comprobar silencio en la red (o esperar a escuchar un “recibido” como finalización de una comunicación).
3. Pulsar PTT.
4. Esperar dos segundos.
5. La persona emisora dirá: “Atención [SUJETO RECEPTOR] de [SUJETO EMISOR]”.
6. La persona receptora responderá: “Adelante [SUJETO EMISOR] para [SUJETO RECEPTOR]”.
7. Comunicación del mensaje.
8. Dar el “recibido” (finaliza la comunicación).
9. Cortar (no decir nada, simplemente quitar el botón del PTT).

#### Ejemplo:

21.30:            *“CECOP de 21.30”*  
CECOP:           *“Adelante 21.30 para CECOP”*  
21.30:            *“Clave 3”*  
CECOP:            *“Recibido 21.30”*

Para decir letras, se usará el **alfabeto OACI**:

<b>A</b>	alpha	<b>H</b>	hotel	<b>O</b>	oscar	<b>V</b>	victor
<b>B</b>	bravo	<b>I</b>	india	<b>P</b>	papa	<b>W</b>	whiskey
<b>C</b>	charlie	<b>J</b>	juliet	<b>Q</b>	quebec	<b>X</b>	x-ray
<b>D</b>	delta	<b>K</b>	kilo	<b>R</b>	romeo	<b>Y</b>	yankee
<b>E</b>	echo	<b>L</b>	lima	<b>S</b>	sierra	<b>Z</b>	zulu
<b>F</b>	foxtrot	<b>M</b>	mike	<b>T</b>	tango		
<b>G</b>	golf	<b>N</b>	november	<b>U</b>	uniform		

Tabla 3. Alfabeto OACI

Para decir números, se utilizará el formato ordinal (primero, segundo, etc.), utilizando “negativo” para el cero.

Por ejemplo, para decir el número 1304, será: “primero, tercero, negativo, cuarto”.

#### Forma de hablar:

Para abrir una comunicación, se pedirá permiso al receptor, el cual nos lo tiene que dar (Ej: “*CECOP de 21.30*”, “*Adelante 21.30 para CECOP*”).

Una vez que el emisor da el mensaje, el receptor dirá “*recibido* (emisor)”

Ejemplo:

CECOP: “*Atención 12.32 de CECOP*”  
12.32: “*Adelante CECOP para 12.32*”  
CECOP: “*Póngase a las órdenes de J2.1*”  
12.32: “*Recibido CECOP*”

CECOP o la Jefatura de Intervención dirigirán y organizan las comunicaciones, dando paso, pidiendo “silencio en la red” o cortando una comunicación para dar prioridad a otra.

Cuando se solicita “silencio en la red” desde CECOP o por la Jefatura de Intervención, no se abre comunicación hasta que se dé paso, o si fuera muy urgente.

Para comunicar una emergencia (por ejemplo, un camión se queda atrapado por las llamas), se utilizará la expresión: “**URGENTE**”.

Ejemplo:

13.21: “*Atención J2.2 de 13.21 URGENTE*”

#### Algunas formas de lenguaje:

- Negación (para decir que no): “*Negativo november*”
- Afirmación (para decir que sí): “*Afirmativo sierra*”
- Para comprobar las comunicaciones: “*Control de escucha*”. El receptor responderá “*alto y claro*”, “*entrecortado*”, etc.

## Claves de estado

Para abreviar algunos mensajes, se utilizarán las claves de estado:

- **Clave 0 – Recurso inoperativo:** Se dará cuando el recurso se dé de baja por problemas técnicos, encontrarse sin gasolina, u otra razón que impida al recurso estar operativo en la intervención.
- **Clave 1 – Recurso operativo:** Se dará únicamente después de una clave 0, si procede.
- **Clave 2 – Salida a la intervención:** Siempre se dará en cuanto se reciba el aviso en el parque y el vehículo se ponga en marcha. Se podrá dar desde la emisora del parque, o desde el mismo recurso.
- **Clave 3 – Llegada a la intervención:** Cuando el recurso llegue físicamente a la intervención. En caso de un tren de salida de varios recursos a la vez, podrá comunicar el mando la clave 3 de todos los recursos.
- **Clave 4 – Siniestro controlado:** Sólo la podrá dar la Jefatura de Intervención.
- **Clave 5 – Salida desde el siniestro:** Ya sea de vuelta al parque, o a otro siniestro, poniéndose en este caso en clave 2.
- **Clave 6 – Llegada al parque:** La podrá dar el recurso o la emisora.

Todas las claves se comunican a CECOP, nunca a otros medios. La clave 2 y la clave 6 no se dirán de forma verbal, sino que se “envían” presionando el botón del número correspondiente desde la emisora del vehículo.

## BIBLIOGRAFÍA

Cuerpo Bomberos Comunidad de Madrid (2007). *Comunicaciones*. Manual del CBCM.

Yagüe Sánchez, S.R. (2025). *Comunicaciones*. CBCM.