



**COMUNICACIONES PARA EL  
TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD  
DE BARCELONA**



## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. El transporte público de la ciudad condal.....	3
3. Necesidades de comunicación en el entorno del transporte .....	4
4. Autobuses TMB.....	6
5. Línea 9 de metro .....	8
6. Línea Barcelona – Vallés, FGC .....	10
7. Conclusiones .....	10

## 1. Introducción



La cosmopolita ciudad de Barcelona tiene historia, uno de los puertos más activos del Mediterráneo, playas ganadas al mar, un valioso patrimonio monumental, así como una intensa vida cultural, comercial y creativa.

En los últimos años, la población de la ciudad ha aumentado considerablemente, llegando a tener en

la actualidad más de 5 millones de habitantes. Barcelona es la segunda ciudad más poblada de España y, junto con Londres, Madrid o París, una de las más pobladas de la Unión Europea.

Este crecimiento ha hecho que los planes de movilidad urbana sostenible sean una necesidad crucial para el desarrollo de la ciudad. De hecho, existen estudios que señalan que el transporte público de Barcelona mueve aproximadamente a un millón de personas cada día, y cada vez son más las personas que optan por estos sistemas como alternativa real y eficiente al uso del transporte privado.

Este creciente uso masivo del transporte público, hace que las compañías de transporte requieran de nuevos sistemas de comunicaciones que den soporte a sus operaciones y por consiguiente mejoren los servicios ofrecidos a los ciudadanos.

## 2. El transporte público de la ciudad condal

Los medios de transporte público de Barcelona están controlados por diversas operadoras, siendo las principales: *TMB – Transports Metropolitans de Barcelona* y *FGC – Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya*. Por un lado, TMB gestiona redes de **autobuses** y **metro**. Por otro, FGC ofrece dos líneas de metro y varias **líneas suburbanas** que dan acceso fácil y cómodo a distintas áreas metropolitanas de la ciudad.

A continuación, se describen brevemente estas tres redes de transporte.

La red de metro de Barcelona está compuesta por 11 líneas, las cuales discurren casi en su totalidad bajo tierra. Es la red más extensa de España tras la de Madrid y, desde diciembre del 2009, ha pasado a ser la primera red de ferrocarril metropolitano española que cuenta con líneas totalmente automatizadas, como Línea 9.

La red de autobuses que da servicio en toda la ciudad cuenta con más de 100 líneas de operación por las que circulan unos 1200 vehículos. En un futuro cercano, cuando las nuevas líneas que se están incorporando a esta red estén en pleno funcionamiento, los usuarios podrán llegar de una punta a otra de la capital catalana en un máximo de 40 minutos, lo que supondrá un ahorro de tiempo considerable.

Finalmente, la red de cercanías es parte fundamental del sistema de transporte público para los desplazamientos largos, ya que transcurren principalmente por la provincia de Barcelona, enlazando los municipios de alrededor con la capital.

Un buen plan de movilidad urbana hace imprescindible el disponer de una amplia oferta de medios de transporte que satisfaga las necesidades de los distintos perfiles de usuarios.

### 3. Necesidades de comunicación en el entorno del transporte

Como se ha visto, el transporte público engloba diversos servicios como autobuses, metros, tranvías o ferrocarriles. Aunque estos sistemas pueden parecer totalmente diferentes, todos ellos presentan unos objetivos generales comunes:

- Reducción drástica del tiempo de trayecto
- Descongestión del tráfico de la ciudad
- Mayor confort en el viaje
- Ahorro económico para el usuario
- Reducción de la contaminación
- Etc.

Para la consecución de estos objetivos, los sistemas de transporte requieren del soporte de sistemas de comunicaciones que enlacen los equipamientos embarcados con las aplicaciones en tierra (comunicaciones “Tren-Tierra”), y que se encarguen de funciones como las descritas a continuación:

Enviar y recibir instrucciones relacionadas con la conducción.

Enviar el dato de posición del vehículo al Centro de Control para que desde allí los tengan localizados y visualizados y puedan administrar de forma eficiente sus recursos personales y materiales.

Monitorizar el estado de los equipos embarcados y gestionar las alarmas producidas desde el Centro de Control.

Transmisión de eventos relacionados con los sistemas de señalización.

Mensajes de difusión a los pasajeros para informarles sobre horarios y próximas paradas.

Llamadas de voz entre personas dedicadas al mantenimiento de los vehículos.

Llamadas de voz entre el personal de seguridad.

Comunicaciones con agencias externas (policías, bomberos, etc.) en situaciones de emergencia.

De forma resumida, el requisito indispensable es que todas las personas relacionadas con la operación estén en contacto continuo para distintos propósitos. En estos entornos de movilidad, es necesaria una tecnología radio para conseguirlo.

La tecnología TETRA se ha erigido por sí misma como estándar de comunicaciones para el entorno de transporte gracias a las prestaciones y ventajas que presenta. A continuación se nombran algunas de ellas:

Una única red de comunicaciones TETRA puede dar servicio a todas las diversas necesidades de comunicación dentro del transporte público asegurando la calidad de servicio de cada una de las aplicaciones.

Trabaja en bandas de frecuencia baja, lo que se traduce en un ahorro de equipamiento de radiocomunicaciones y de obra civil (casetas, torres, acometidas, etc.).

Tiene funcionalidades innatas de gran utilidad para el mundo del transporte: Llamadas de grupo, de difusión, de emergencia, de escucha ambiente, gestión de flotas y grupos, gestión de prioridades, asignación dinámica de grupos, operación en modo directo, etc.

TELTRONIC, fabricante de equipos radio desde hace casi 40 años, proporciona **soluciones completas** para entornos de transporte basadas en esta tecnología. Éstas están compuestas por infraestructura, parte fija, parte embarcada y centros de control de comunicaciones. Además de las ventajas que aporta la tecnología por sí misma, la solución de TELTRONIC añade características como:

- **Redundancia:** Los usuarios de entornos de transporte requieren un 100% de disponibilidad ya que, además de asegurar la no interrupción del servicio, deben garantizar la seguridad de los pasajeros.  
Por ello, la redundancia es un requisito clave para los sistemas de comunicaciones, los cuales no deben presentar ningún punto vulnerable de fallo (“No single point of failure”).  
La solución TETRA de TELTRONIC puede ser redundante en todos sus elementos (equipos radio embarcados, módulos, conexiones de la infraestructura, cobertura radio redundante, etc.), proporcionando un servicio continuo a los usuarios.

- **Escalabilidad:** Las áreas cubiertas por las redes de transporte público van creciendo conforme aumenta el tamaño de la ciudad. Del mismo modo, el número de vehículos y recursos necesarios también crece si las necesidades de movilidad de los ciudadanos lo hacen. Por tanto, es necesario un sistema de comunicaciones como el de TELTRONIC que sea fácilmente escalable y que permita actualizaciones y ampliaciones de forma sencilla y eficiente.
- **Integración y gestión de proyecto:** Los proyectos de sistemas de transporte requieren siempre de un alto nivel de ingeniería e integración. Aunque la solución de comunicaciones se base en elementos estándares, el éxito sólo se puede garantizar si se presta especial atención a los aspectos específicos de cada proyecto (integración de los equipos embarcados con distintos modelos de vehículos, interfaces con aplicaciones de gestión de flotas, interacción con aplicaciones de señalización ferroviaria, etc...). El control que TELTRONIC tiene sobre su propia tecnología, así como la capacidad de sus departamentos de ingeniería y proyectos, permite ofrecer junto con el equipamiento, un servicio único y confiable de integración que a buen seguro, garantizará el éxito del proyecto.

Los apartados siguientes explican cómo ha colaborado TELTRONIC en los proyectos de ampliación y modernización de las redes de autobuses, metro y cercanías de Barcelona, aportando siempre soluciones completas y contribuyendo a la mejora de los servicios prestados.

#### 4. Autobuses TMB

Uno de los servicios imprescindibles en un sistema de transporte público es la información continua al usuario, de forma que se conozca en todo momento el tiempo de llegada de los vehículos a su parada, si ha habido alguna incidencia en el trayecto, etc. Para ello, el Centro de Control debe conocer la localización de todos los vehículos en tiempo real.

Así, la solución de TELTRONIC, está compuesta por:

- Estaciones base que dan cobertura a todas las zonas por donde discurren las líneas de autobuses.
- 1100 terminales radio embarcados en los autobuses e integrados con el equipo del conductor. Estos equipos ofrecen comunicaciones de voz y datos al conductor y facilitan la conexión entre el equipamiento embarcado y el Centro de Control.
- Sistema de posicionamiento global GPS para localizar los vehículos.



El dato de posicionamiento de cada vehículo es enviado al Centro de Control a través de la aplicación inteligente SDM (Synchronous Data Manager) de TELTRONIC.

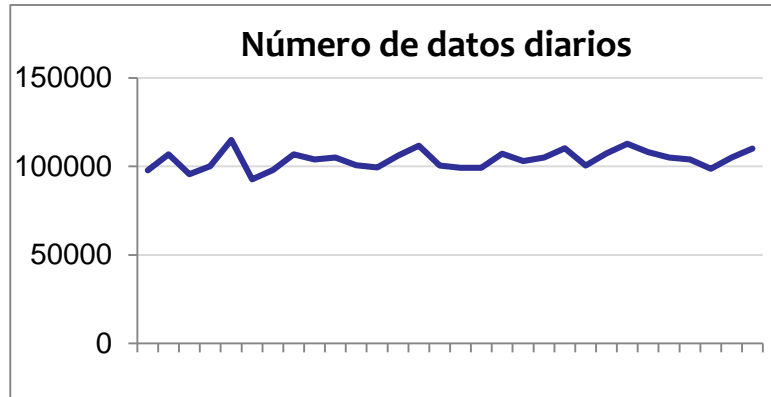
Esta aplicación, basada en el servicio de datos TETRA SDS (Short Data Service), es la encargada de solicitar a todos los terminales embarcados su posición para posteriormente gestionar dicha información y transmitirla a los distintos módulos residentes en el Centro de Control. Se caracteriza por ofrecer tiempos de refresco mínimos, evitando saturaciones de la red.

Así, en base al dato de posicionamiento recibido, el Centro de Control puede realizar todas las funciones asociadas a la gestión de la flota:

- Informar a los viajeros en tiempo real sobre el estado de los trayectos, tiempos de llegada a los destinos, incidencias, etc.
- Visualizar sobre mapas la posición actual de los vehículos de la flota y monitorizar el estado de todos ellos.
- Calcular la desviación existente entre el horario marcado teóricamente y el que realmente llevan los vehículos de forma que la operadora pueda realizar distintas acciones de regulación para mantener los servicios programados: introducir o eliminar recursos en las líneas, enviarle instrucciones al conductor para que aumente o disminuya la velocidad, etc.

Gracias a la unión de los sistemas de localización embarcados y del sistema SDM diseñado para el envío masivo de datos, es posible obtener la posición de la flota completa de autobuses de TMB en 20-30 segundos.

Como ejemplo, mostramos el tráfico cursado en una línea típica, donde se envían de media, 100.000 SDS/día.



Este hecho demuestra que un buen dimensionamiento de la infraestructura y un uso optimizado de los recursos radio hace que todos los servicios de voz y datos cortos puedan gestionarse de manera simultánea, garantizando las prestaciones y la calidad de servicio tanto de la aplicación de voz como del servicio de localización.

## 5. Línea 9 de metro

El proyecto de Línea 9 es uno de los proyectos más ambiciosos llevados a cabo por la Generalitat de Catalunya. Cuando la línea esté terminada, cubrirá una longitud de 47 kilómetros y unirá 52 estaciones, dando servicio a puntos estratégicos como el aeropuerto, la Zona franca, la Feria de congresos o la ampliación del puerto de Barcelona.



La principal novedad de la línea es que cuenta con trenes de conducción automática, por tanto, es un requisito indispensable para el sistema de comunicaciones seleccionado el disponer de capacidad de datos y, así, poder gestionar los comandos enviados desde y hacia el Centro de Control, que será quien dirija remotamente la operación de los trenes. Además, los servicios de voz han de estar siempre presentes para permitir la comunicación con el conductor del tren, en el caso de que se pase a operar manualmente.

Para este proyecto, la infraestructura de comunicaciones desplegada consta de varias estaciones base que garantizan la cobertura total a lo largo de la línea (túneles y estaciones de pasajeros). Además, los trenes disponen de avanzados terminales embarcados especialmente diseñados para el cumplimiento de las normativas ferroviarias (EN50155).



El conjunto de la solución contempla una serie de funciones principales:

- Gestionar las comunicaciones de voz entre los trenes con el Centro de Control en caso de que se pase a operar manualmente los vehículos.
- Telemando de Material Móvil: Controlar el material rodante mediante la comunicación entre el equipo embarcado y otros subsistemas del tren, enviando alarmas al Centro de Control en caso de producirse algún fallo.
- Interactuar con los Sistemas de Información al Viajero (SIV) con el fin de mantener informados a los pasajeros de forma continua sobre horarios de los trenes, información de la estación, tiempos de llegada, incidencias producidas e incluso información publicitaria.
- Servir de soporte de comunicaciones redundantes para el sistema de señalización CBTC (Communications Based Train Control).

En conjunción con el cliente, se definió e implementó un protocolo de comandos basado en el servicio TETRA de datos cortos. Dicho protocolo consta de 75 comandos de control remoto sobre elementos embarcados y 35 alarmas procedentes del tren que son procesadas desde el la aplicación central.

Este protocolo permitirá la gestión y el control manual de los vehículos en caso de fallo del sistema de señalización.

Algunos ejemplos de controles remotos son “Encendido del tren”, “Asignación del número de circulación”, “Activación sistema de incendios”, “Consulta del estado de diversos sistemas embarcados”, “Cambio de modo de conducción”, etc.

Del mismo modo, ejemplos de alarmas son “Alarma de emergencia activada”, “Freno de emergencia activado”, “Fallo en el sistema de megafonía”, “Conducción manual activada”, etc.

- Integración con las aplicaciones del Centro de Control ferroviario. Un módulo específicamente diseñado por TELTRONIC para este proyecto, permite interconectar de forma transparente la infraestructura TETRA NEBULA con las distintas aplicaciones del centro de control, de forma que cada mensaje, comando, llamada, se pueda redirigir a la aplicación encargada de su procesamiento en cada caso.



El proyecto de línea 9, en el que están implicadas compañías españolas de últimas tecnologías, va a mejorar el transporte en Barcelona, ya que ofrecerá servicio a barrios que actualmente no cuentan con metro, conectando la población de los cinco municipios por donde pasa. Además, unirá puntos estratégicos, centros logísticos, zonas de equipamientos

y zonas de servicios, como el Aeropuerto, la Fira, el campus universitario de la Diagonal, el Parque Güell y el Camp Nou.

Algunas cifras muestran que el innovador proyecto de Línea 9, cuando esté totalmente acabado, tendrá unos 165 millones de viajeros anuales en el 2020.

## 6. Línea Barcelona – Vallés, FGC



De las 52 estaciones de pasajeros que discurren a lo largo de la línea 9 del metro, 22 son intercambiadores y se conectan con otros sistemas de transporte colectivo, entre ellos, los trenes de cercanías de FGC.

Las dos líneas principales de cercanías de esta operadora son las de Llobregat-Anoia y Barcelona-Vallés. Ésta última ha migrado su antiguo sistema trunking analógico de comunicaciones a un sistema de comunicación digital TETRA, en línea con el resto de sistemas de transporte público de Barcelona.

La infraestructura de comunicaciones del proyecto está basada en el sistema NEBULA de TELTRONIC y consta de varias estaciones base contraladas por un nodo central. Los elementos principales de NEBULA están redundados para ofrecer la alta disponibilidad requerida en este entorno.

Para la parte embarcada, hay más de 140 equipos instalados que gestionan las comunicaciones de voz y datos entre el tren y el Centro de Control de TELTRONIC, situado en el municipio de Rubí.

Finalmente, equipos portátiles para el personal de a pie y terminales de despacho han sido suministrados para completar la solución y equipar a todos el personal de operación.

## 7. Conclusiones

En ciudades grandes como Barcelona, es imprescindible tener un buen sistema de transporte público que facilite la movilidad de los ciudadanos, lo que implica: redes regulares de distintos tipos que discurran por toda la ciudad, conexiones entre las líneas de todos esos medios, servicio continuo, buena frecuencia entre viajes e información constante a los pasajeros sobre horarios, destinos o cambios de última hora que afecten a sus trayectos. Para conseguir esto, las operadoras de transporte han ido migrando de sistemas analógicos a sistemas digitales TETRA.

De forma general, la ciudad de Barcelona se ha beneficiado de todas las ventajas aportadas por la solución de TELTRONIC. Mediante las comunicaciones de voz y datos y la unión del sistema de posicionamiento GPS y la aplicación SDM, las operadoras catalanas hoy en día pueden:

- Tener una comunicación continua con todo su personal.
- Ofrecer información en tiempo real a los pasajeros.
- Gestionar de una forma más eficiente sus recursos humanos y materiales.
- Tener grupos de comunicación en función del trabajo desempeñado por las personas o de su localización.

Todos estos servicios y comunicaciones han conseguido que mejore tanto la gestión de las operadoras como el servicio ofrecido a los ciudadanos, y es que, la tecnología avanza a pasos agigantados, al igual que las necesidades de la sociedad.

Con estos proyectos, fabricantes y empresas buscan un objetivo común: mejorar la calidad de vida de las personas, al mismo tiempo que colaboran con el crecimiento económico de las ciudades, la cohesión social y la defensa del medio ambiente.



Confiabilidad Disponibilidad Seguridad



[www.teltronic.es](http://www.teltronic.es)