

Los metropolitanos y otros medios de transporte sobre carril para satisfacer las necesidades de transporte en las grandes ciudades (*)

Por **JUAN LARA LARA**

Ingeniero de Caminos, C. y P.

Tras una breve introducción se hace una consideración retrospectiva del problema, se tiene cuenta de las relaciones entre los modos de transporte y las zonas urbanas atendidas, se estudia la inserción de las vías de transporte en la red urbana, se contemplan los problemas de la seguridad y regularidad de la explotación, los del material móvil y de su capacidad de transporte, se esbozan una serie de parámetros económicos y se sacan unas perspectivas para el porvenir y unas conclusiones.

Estas conclusiones se resumen al final.

En el número de la *Revista de Obras Públicas* correspondiente a septiembre de 1978 se publicó la glosa que se refería a los Transportes Regionales en un Sistema integrado de Transportes Públicos, que constituyó la Ponencia núm. 2 del 42.º Congreso Internacional de la Unión Internacional de Transportes Públicos, celebrado en junio de 1977 en Montreal, ponencia desarrollada por la Comisión Internacional de Transportes Regionales.

En interés de la divulgación necesaria sobre temas tan controvertidos, generalmente por desconocimiento de los mismos, extrayendo las ponencias más relevantes, deseo poner ahora sobre el tapete, reforzando ideas, el nuevo interés en los medios de transporte sobre carril, la necesidad de integrar to-

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista, hasta el 30 de abril de 1979.

dos los medios de transporte y la barbaridad que supone que en la Ordenación del Territorio y en la Planificación Urbana no estén presentes los especialistas del transporte, buena prueba del peso específico de las "obras" frente a la "vida", de la pseudotécnica frente a la verdadera técnica que por serlo tiene a la "vida" como única fuente y como único impulso. De ahí viene el caer en las abstracciones que llevan a las obras inútiles.

Se presenta, pues, a continuación la tercera ponencia al citado Congreso, redactada por la Comisión Internacional de los Metropolitanos.

Fueron ponentes:

Liberatore, director general de la Empresa Municipal de Transportes de Milán (Italia).

Connon, director de la Empresa Pública de Transportes del Sudeste de Pensylvania, Filadelfia (U.S.A.).

INTRODUCCION

Con el punto de partida que suponía el que hace unos diez años sólo se consideraban dos medios tales como el tranvía de tipo tradicional sobre superficie, y el metro subterráneo, se aborda un estudio bibliográfico profundo y una muy amplia encuesta en todo el mundo, lo que combinado con una perspectiva atinente a las condiciones históricas y urbanísticas de cada ciudad, permite ver que hoy se alcanza una mayor especialización basada en numerosas diferencias tales como el sistema de dirección ligado a la vía, el material móvil constituido por unidades de gran capacidad unitaria, las ventajas de los sistemas de tracción eléctrica, distinguiéndose, además, las características de frecuencia y longitud de los convoyes, la presencia de instalaciones automáticas para regular la distancia entre ellos, las modalidades de las intersecciones y la correspondencia de las diferentes líneas en el conjunto de las redes, todo ello enfocado al tema que fue confiado, o sea, el estudio de las modalidades para responder a la demanda de transporte en los medios urbanos.

De ahí que los medios considerados sean cuatro, a saber:

1. Tranvía convencional, sobre carriles, poco automatizados y sin prioridades.

2. Tranvías de gran capacidad, con mayor número de plazas por coche y con mejoras de la vía y de los vehículos que aumentan las prestaciones y la comodidad de los viajeros.

3. Metros, que comprenden todos los transportes rápidos, sobre vías propias, con gran capacidad y elevada frecuencia, más o menos automatizados y utilizados para atender los ejes urbanos en los que la demanda es más alta.

4. Líneas comparables a metros; reúnen las líneas férreas de carácter regional, que se identifican con los metros en las instalaciones y en la organización de la explotación mientras que se apartan sustancialmente respecto al tipo de servicio que aseguran y al que atienden.

Muestra de las empresas que han participado en el estudio.

La constituyen un conjunto de 64 empresas de todo el mundo, seleccionadas según su repartición geográfica y la densidad media del hábitat en sus zonas de influencia, con una población total de 200 millones de personas, a la que atienden en un 70 por 100, o sea, unos 140 millones, de los cuales un 88 por 100 en zona urbana y un 54 por 100 en zonas metropolitanas. Si se piensa que representan un 20 por 100 de todas las redes de transporte sobre carril existentes, puede decirse que la muestra es representativa para sacar algunas conclusiones de carácter general.

En cuanto a la diferencia de hábitat contempladas puede hablarse de densidades de 16.000 habitantes por kilómetro cuadrado en la ciudad (Tokio y Hong-Kong) a cifras muy inferiores, de 5.000 habitantes por kilómetro cuadrado para el conjunto de 50 ciudades europeas contempladas.

Visión histórica.

Teniendo en cuenta la influencia de la industria local y la gestión que esté relacionada con el nivel de servicios a prestar, el usuario puede hacerse el siguiente resumen:

— Tras los primeros tranvías de Nueva York, en 1853, su extensión fue tan grande que tras la primera guerra mundial relacionaba ciudades de diferentes estados, por lo

que ya desde principios de siglo se concentró un gran interés en separar las vías del resto de tráfico, situándolas junto a las aceras, en particular en la periferia en que podría aumentarse el espacio dedicado a ello.

- En el curso de los años el predominio de los tranvías se transfiere a Europa en la que ya en la segunda guerra mundial se encontraban las mayores redes urbanas. De 41 empresas consultadas sólo dos habían decidido sustituirlos por autobús o metro.
- Esta tendencia aumentó después, y en 1960, 17 de las empresas, o sea, un 50 por 100, habían suprimido, al menos, alguna línea, con una punta aún mayor sobre 1970, en especial en las ciudades de tipo medio a base también de autobuses y metros.
- En un orden de prioridades los motivos fundamentales han sido las instalaciones fijas que necesitaban inversiones excesivas para su renovación apropiada, la incompatibilidad entre las mismas y el desarrollo urbano y, en fin, la necesidad de unificar los modos de explotación.
- Al mismo tiempo que desaparecían los tranvías tradicionales han ido surgiendo los nuevos sistemas de tranvías rápidos, sobre todo en ciudades de tipo medio, utilizando las infraestructuras existentes, recorridas por vehículos articulados de gran capacidad, de técnica parecida a las de los metros.
- Por el contrario, el metro, cuyo primer representante fue el de Londres, en 1863, se ha extendido en zonas muy urbanizadas con vías subterráneas. Sobre 1920 y hasta 1935 se implantaba, al menos, en dos ciudades cada cinco años, de forma que en 1950 sólo había en el

mundo 17 ciudades, siendo actualmente 50 y esperándose que lleguen a 65 en 1980.

- Se ha introducido el sistema ferroviario en la red urbana dada la importancia de la migración diaria de trabajadores y se ha proporcionado una creciente comodidad.

Puede decirse que este sistema general de mejoras de la red de transporte sobre carriles afecta a 1/6 de los tranvías y a 1/3 de los ferrocarriles existentes.

Si se compara con una encuesta efectuada en 1967 podría decirse:

- En 1967 había, al menos, una red de tranvías completada con líneas de autobuses en el 70 por 100 de las grandes ciudades, con más de un millón de habitantes (hoy en día el 64 por 100 y de él el 28 por 100 para las de más de cinco millones); 89 por 100 en ciudades intermedias, entre medio y un millón (hoy el 80 por 100); el 45 por 100 en las ciudades pequeñas, menos de medio millón de habitantes (hoy un 73 por 100) y, además, un 51 por 100 para otras muy pequeñas. Dicha disminución radica fundamentalmente en la supresión de los tranvías. De ahí que desde 1967 se tuviera cuenta de lo siguiente:
- Necesidad de intervenciones directas de los poderes públicos en favor de los transportes colectivos y sus prioridades.
- Tendencia en las ciudades medias y grandes a hacer circular los tranvías bajo tierra en las zonas de mayor circulación reservando corredores de superficie para tranvías y autobuses con preferencia en los cruces.
- Urgencia en las ciudades de hábitat denso de establecer

LOS METROPOLITANOS Y OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE SOBRE CARRIL PARA...

metros en los principales ejes de tráfico limitando los tranvías a las redes secundarias.

- Construcción en las ciudades que han de quedar sin tranvías de túneles reservados a autobuses para crear líneas directrices de tráfico rápido.

Ahora veremos cómo ello ha tenido lugar.

Relación entre los modos de transporte y las zonas urbanas a que atienden.

Se intenta enlazar ambos conceptos y englobando el autobús y el trolebús, con los cuatro sistemas ya vistos, se ha basado el estudio en 59 ciudades, de las cuales 11 menores del medio millón, 11 entre medio y un millón, 30 entre un millón y cinco millones y 7 más de cinco millones, y puede concluirse:

- En ciudades pequeñas existen, como mucho, tres modos de transporte.
- En ciudades entre medio y un millón de personas existen de uno a cinco modos de transporte, siendo lo más frecuente de dos a tres.
- En ciudades de uno a cinco millones existen de dos a seis sistemas, siendo lo normal de dos a cuatro y excepcional cinco o seis.
- Por fin, en ciudades mayores sólo existen de dos a cuatro, con preferencia tres.

Y, además, puede decirse que:

- El autobús siempre está presente en todos los casos, mientras que el trolebús, más dependiente de condiciones locales, no tiene reglas fijas.
- El tranvía se presenta en un 70 por 100 de todas las ciudades, salvo en las metrópolis, donde desciende a un 28 por 100.

- Los tranvías de gran capacidad no aparecen en las ciudades pequeñas ni en las metrópolis, siendo propio de las ciudades intermedias en un 16 por 100.

- El metro está ausente en todas las ciudades pequeñas, sólo está presente en un 27 por 100 de las medianas pequeñas, estando prácticamente presente en todas las medianas grandes y metrópolis.

- Los ferrocarriles comparables con metros no aparecen en las ciudades más pequeñas, y aparecen en un 30 por 100 del resto de las ciudades.

Es decir, que si el autobús y el tranvía son los medios de transporte propio de ciudades pequeñas o medianas en las que las densidades del hábitat y el número de desplazamientos no son tales que necesiten la instalación de costosas líneas de metro, éstas son, por el contrario, indispensables en las grandes ciudades en las que constituyen las líneas de fuerza de las redes de transporte, completadas, a su vez, por líneas de autobuses y, en menor medida, por líneas de tranvías o férreas de interconexión.

En lo que concierne al tráfico soportado en el conjunto por los medios de transporte sobre carriles, en relación con el tráfico engendrado por la movilidad local, puede afirmarse que presenta un peso superior al que le correspondería por la extensión de la red. En concreto, con el estudio realizado, se pasa de 2,5 más elevadas a 5 ó 6 veces en Asia; en conjunto, con un 20 por 100 de la red de transporte el 50 por 100 de viajeros.

Inserción de las vías de transporte en el medio urbano.

Evidentemente ello reposa sobre la configuración topográfica

y urbana de la ciudad que constituye la infraestructura del medio de transporte, tanto que es elemento de organización del espacio y de su utilización. En cada zona es necesario identificar las funciones y localización en los centros residenciales, centros de actividades y de negocios, la longitud de las arterias que han de recorrerse, sus pendientes, radios mínimos de las curvas, así como la política de transporte a seguir (desaliento del tráfico privado al centro histórico o concentración de ciertos medios en ejes principales, etc.).

Los centros históricos de Europa son el asiento de las más importantes actividades industriales y comerciales y ello se enfrenta con que las líneas férreas sólo tienen un grado de libertad condicionadas, pues, a su construcción en superficie, trinchera, túnel o terraplén.

De ahí que los tres tipos fundamentales de vías reservadas sean:

- Vías comunes a todos los transportes públicos, separadas por andenes, líneas continuas, etc., en las que todos los cruces son a nivel.
- Vías reservadas a sólo los transportes sobre carril, pero los cruces son a nivel en muchos casos, pero con prioridad.
- Vías completamente reservadas y exclusivas separadas del resto en toda su longitud.

De una muestra puede deducirse que la tendencia se dirige a la protección total del recorrido en todos los proyectos futuros de tranvías, convencionales o rápidos; ello, claro, no es posible en los lugares donde los cambios son onerosos como en los cruces a nivel con ferrocarril, o con puentes sobre ríos, o en penetración de barrios de calles estrechas y tortuosas con fuertes pendientes.

LOS METROPOLITANOS Y OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE SOBRE CARRIL PARA...

En cuanto a los metros, van apareciendo tramos en superficie y ello es debido a que son prolongaciones de periferia de líneas existentes.

En cuanto a las pendientes los ferrocarriles asimilados a metros no sobrepasan el 30 por 1.000. Todas ellas tratan de reducirse, salvo en los tranvías rápidos que parecen aumentarlas.

En cuanto a las secciones transversales de las calles, habida cuenta de aceras, estacionamientos o no, espacios reservados a las paradas de transportes públicos, puede decirse que, con doble dirección, no deben ser inferiores a 24 m de anchura sin estacionamientos y de 30 con ellos. En una sola dirección hay muchas más combinaciones. De todas formas las combinaciones a adoptar deben tener la intervención del público en cuanto que ello supone restricción del tráfico privado y una opinión política.

Seguridad y regularidad de explotación.

El transporte sobre carril ofrece la utilización de una vía continua y obligatoria con sus ventajas innegables para los sistemas de seguridad y control (cambio de información entre los trenes y el puesto de mando y control central) elevando el grado de regularidad y la densidad del tráfico.

Los aparatos simplifican el trabajo del conductor en condiciones difíciles (niebla, nieve, lluvia, tráfico, etc.), ya que la velocidad elevada debe mantenerse siempre con seguridad constante incluso en los cruces, pensándose que algún día puede llegarse al automatismo total. No obstante, el coste de tales instalaciones no se justifica por lo general por las mejoras conseguidas.

De entre los sistemas utilizados destacan la instalación de

bloqueo automático, la repetición sobre la unidad motriz de las señales, habiéndose de seguir sistemas más sofisticados.

Diferenciando los transportes pesados (metros y similares) de los ligeros (tranvías en general) puede decirse que las pérdidas de tiempo pueden clasificarse en cuatro causas; averías del material móvil y de las instalaciones fijas, que suponen el 77 por 100 de las pérdidas de tiempo en los pesados y el 21 por 100 en los ligeros; los accidentes e interrupciones del servicio suponen, por el contrario, un 1 y un 75 por 100, respectivamente; en cuanto a las faltas de corriente, tercera causa, e incendios, cuarta y última, las pérdidas son escasas, del 11 por 100 en los pesados y del 1 al 3 por 100 en los ligeros.

En general, los tiempos perdidos por los tranvías son diez veces superiores a los metros; si se tiene cuenta, además, de los vehículos-Km la diferencia es mayor, casi quince veces.

Material móvil.

Se clasifica en vehículos de tranvías convencionales, de tranvías de gran capacidad, de nueva concepción, de metro y, por fin, como quinta clase, la de los ferrocarriles semejantes a metros.

- De los primeros, según la muestra, puede hablarse de cuatro ejes, unos 15 metros de longitud, unos 110 pasajeros, de dos a cuatro puertas, unos 70 Km/h de velocidad media, una aceleración y deceleración máxima de 1,5 m/seg/seg y una relación potencia/peso de 10 kW por tonelada.
- De los segundos, seis ejes, 20 m para articulación simple y 25 m para articulación doble; en cuanto a longitud, de 184 a 254 pasajeros según uno u otro tipo de articula-

ción, de tres a cinco puertas, 60 Km/h de velocidad máxima, 1,2 m/seg/seg de aceleración y deceleración y una relación potencia/peso de 10 kW/Tn.

- De los terceros, de seis a ocho ejes, de 23 a 28 m, de 215 a 260 personas, de tres a cinco puertas, de 76 Km/h de velocidad máxima, del orden de 1,3 m/seg/seg de aceleración y deceleración y 12 kW/Tn.
- De los vehículos de metro, cuatro ejes, 18 m de longitud, 234 personas, de tres a cuatro puertas, de 90 Km/h de velocidad máxima, de 1,2 m/seg/seg de aceleración y deceleración y de 12 kilovatios por tonelada.
- Por fin, de la quinta y última clase, cuatro ejes, 23 m de longitud, 202 pasajeros, de dos a cuatro puertas, 108 kilómetros por hora, de 1 metro por segundo por segundo de aceleración y deceleración y 0,7 m/seg/seg y de 11 kW/Tn.

Capacidad de transporte.

Ha de tenerse en cuenta la distancia entre paradas, detenciones para subida y bajada, velocidad comercial, frecuencia y capacidad. De acuerdo con ello, y, según el estudio, puede decirse:

- Con paradas cada 500 m y velocidades de 10 a 30 kilómetros por hora están los tranvías convencionales y con velocidades 20 a 50 kilómetros por hora los de gran capacidad.
- Con paradas cada 1.000 m y velocidad de 25 a 60 Km/h los metros.
- Con paradas cada 1.500 m y velocidad de 30 a 65 Km/h los ferrocarriles asimilados a metros.

LOS METROPOLITANOS Y OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE SOBRE CARRIL PARA...

La relación entre anchura de puerta en centímetros y capacidad de viajeros varía de 3,6 centímetros por viajero en los tranvías a 1,7 en los ferrocarriles asimilados a metro, a fin de conseguir una bajada y subida rápidas, del orden de veinte a treinta segundos.

La frecuencia se desea que sea una cifra alta, aunque la capacidad sea pequeña, y, de la muestra, puede decirse:

- Hasta unos 2.400 pasajeros por hora y dirección, el turismo privado.
- De 1.000 a 4.000 el autobús; de 2.000 a 15.000 el tranvía, y de 10.000 a 80.000 el metro.

De ahí el interés de las prioridades o vías reservadas a los transportes públicos.

Parámetros económicos.

Se tienen en cuenta costes de construcción y explotación. Hablándose de valores medios, dada la variabilidad que suponen las profundidades de túneles, longitudes de recorridos, nivel de la capa acuífera, etc., puede decirse para 1975:

- Tranvías convencionales: 12 millones de pesetas por kilómetro de vía e instalaciones y 35 millones de pesetas por kilómetro por material móvil.
- Metros: 1.500 millones de pesetas por kilómetro de vía e instalaciones y 200 millones de pesetas por kilómetro para material móvil. O sea, 12 veces más elevados éstos que aquéllos en lo primero y seis en lo segundo.

Si se hablase de un tranvía de gran capacidad, con túnel en el 26 por 100 de su recorrido, el coste de construcción es del 10 al 20 por 100 del metro.

Cuando se han reunido todos los elementos que concurren en

los costes y se sobrepasan los 40 millones de pesetas por kilómetro conviene pasar a soluciones de tranvías. De ahí la dificultad de los últimos años a las líneas de metro cuyos proyectos más recientes han sido ralentizados más aún cuanto que la financiación corre a cargo del Estado y de las municipalidades y a pesar de la posible recuperación con la explotación, cada vez más difícil con la inflación generalizada.

Desde otro punto de vista, han de considerarse los gastos de explotación y de entre ellos los de personal, los de consumo de energía, los de conservación y entretenimiento, las amortizaciones e intereses relativos a faltas de explotación y, en fin, los gastos generales.

De la muestra, sólo disponible para metros y tranvías, puede decirse:

- Que los gastos de personal son el 40 y el 60 por 100; el 5,8 y el 6,9 por 100 los de consumo de energía; el 13,7 y el 16,5 por 100 los de conservación; el 10 y el 19,7 por 100 los de amortización e intereses pasivos, y el 11,7 y el 17,5 por 100 los gastos generales y diversos. Todo ello para tranvías y metros, respectivamente.

El mayor automatismo de los metros explica los menores gastos de personal.

- En general, dada la disparidad de información, puede decirse que en una línea de 15 Km de longitud explotada con tranvías rápidos o con un metro, para puntas de 12.000 viajeros por hora, la solución de tranvías rápidos requiere la mitad de gastos de los del metro, que, en compensación, ofrece una economía de 3,5 minutos de ventaja de tiempo para cada desplazamiento. A partir de los 15.000 viajeros por hora

en cada dirección el metro es la única solución.

Perspectivas para el porvenir y conclusión.

- Se constata una tendencia general a incrementar la influencia de los medios de transporte sobre carril, sobre todo en las zonas urbanas de gran densidad.
- Se encuentra como razón la voluntad de mejorar los niveles de servicios atinentes a la comodidad.
- Se ha pasado de una época de buenos servicios a otra en que se desea que sean más atractivos y convencionales frente al transporte privado.
- Se ha pasado a tranvías en parte en túnel y a metros en parte en superficie y una mayor reserva de vías para dichos tipos de transportes.
- Una mejora de aparellaje para regular distancias entre ramas y su marcha.
- Incremento de subvenciones públicas (del 50 al 70 por 100 de los gastos de explotación).
- Mayor integración de los diferentes medios de transporte con sistemas tarifarios comunes y facilidades de correspondencia.

Han aparecido los nuevos sistemas de transporte sobre carril; la escasez de carburante ha acentuado el interés de la tracción eléctrica; se ha revelado la neta tendencia a usar de dos a tres tipos de transporte y, en especial, la de los tranvías de gran capacidad, de 5.000 a 15.000 viajeros por hora, en concurrencia con los metros.

Se han mejorado los sistemas de fiabilidad y del mejor aprovechamiento de la potencia instalada, del orden de 12 kW/Tn.

De todo ello, tras el Congreso, se dedujeron las siguientes:

CONCLUSIONES

1.^a La necesidad de transportes públicos de alta calidad, las preocupaciones en materia de protección del medio ambiente y de economía de energía, han llevado a la intensificación de la construcción de redes de vías férreas en numerosas ciudades.

2.^a Tales redes comportan cuatro tipos de transporte, tranvías, metros ligeros (transportes modernizados), metros convencionales y redes regionales.

Deben concebirse más como complementarios que como competidores. Se explotan en coordinación con otros medios; lo más frecuentemente con redes de autobuses.

3.^a En las grandes ciudades los tranvías tradicionales pierden importancia y se sustituyen por metros ligeros, caracterizados por un alto grado de implantación en vía propia, fuera de las interferencias de la circulación, capacidad elevada de las unidades de explotación y alto nivel de perfección.

4.^a Entre metro ligero y convencional la elección varía según el lugar. El primero presenta ventaja de costes de implantación inferiores, plazos de construcción más breves y redes más

extensas y de desarrollo progresivo. El segundo presenta una mayor perfección (velocidad, fiabilidad, seguridad, etc.) mayor influencia sobre la configuración urbana y coste de explotación inferiores, así como de la superior capacidad de transporte.

5.^a La justificación de la construcción de líneas férreas no debe reposar solamente sobre el análisis tradicional costes-beneficios. El mayor nivel de servicios, mayor atracción de los viajeros, beneficios indirectos y necesidades futuras de la sociedad, deben tenerse también en cuenta. En las ciudades de países en vías de desarrollo los criterios de elección y los tipos de equipamiento a aplicar podrán ser muy diferentes.

6.^a Existe una estrecha integración entre las redes férreas y la ordenación del territorio. La planificación de estas redes debe proseguirse de acuerdo con ella y con los planes de urbanismo.

7.^a La elección del medio de transporte debe tener cuenta de los proyectos a largo plazo. Un crecimiento suave de la demanda previsible en el futuro puede aconsejar la elección del metro ligero como solución la más adecuada. Una previsión de grandes masas aconsejará el

metro pesado. Una tercera solución es el premetro, sistema de metro ligero pensando y previendo su posterior transformación en metro convencional.

8.^a Debe vigilarse el poderse asegurar en todo tiempo una concepción óptima de redes férreas tanto sobre el plano económico como técnico, comprendiendo las infraestructuras, las estaciones, los vehículos y los sistemas de control, de manera que se evite una complejidad excesiva, estimulando las medidas de normalización, donde sea posible, a fin de permitir una seria economía, eficaz y factible.

NUESTRA OPINION

Constituye la ponencia, a nuestro entender, una aceptable exposición del tema y una ponderada visión del futuro y si bien algunas partes del estudio pueden ser poco fundamentales se obtiene, no obstante, un interesante repertorio de cuestiones y una orientación muy digna de tenerse en cuenta en nuestro país, donde el desmantelamiento de tranvías y trolebuses ha sido, en muchos casos, poco afortunado y la construcción de algunos metros pesados poco justificada.