

SEMINARIO INTERNACIONAL TRANSURBAN
27 DE NOVIEMBRE DE 2006, VALDEMORO

SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO EN CIUDADES PEQUEÑAS Y MEDIANAS

Coordinador:
Carlos Cristóbal Pinto
Consortio Regional de Transportes de Madrid



RESUMEN DE PONENCIAS

Proyecto europeo TranSURban. Taller C:
“Las Tecnologías de los Transportes Urbanos”



Comisión Europea



Ayuntamiento
de Valdemoro

CONSORCIO
TRANSPORTES
MADRID

SEMINARIO INTERNACIONAL TRANSURBAN
27 DE NOVIEMBRE DE 2006, VALDEMORO

SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO EN CIUDADES PEQUEÑAS Y MEDIANAS

Coordinador:

Carlos Cristóbal Pinto

Consortio Regional de Transportes de Madrid



RESUMEN DE PONENCIAS

Transcripción y redacción de Ponencias:

Rocío Cascajo Jiménez - TRANSYT - UPM

Revisión de contenido:

Carlos Cristóbal Pinto

Laura Delgado Hernández

Consortio Regional de Transportes de Madrid

Proyecto europeo TranSURban. Taller C: “Las Tecnologías de los Transportes Urbanos”

Este libro recoge las experiencias del Seminario Internacional TranSURban, los puntos de vista que en él se exponen reflejan exclusivamente la opinión de sus autores y, por tanto, no representan en ningún caso el punto de vista oficial de la Unión Europea.



Editor:
Consortio Regional de Transportes de Madrid
Área de Estudios y Planificación
Plaza del Descubridor Diego de Ordás, 3
28003 Madrid (España)
www.ctm-madrid.es

© 2007 Consorcio Regional de Transportes de Madrid

ISBN: 978-84-86803-62-9

Dep. Legal: M-13636-2008

Diciembre 2007

Para cualquier información relativa al Proyecto TranSURban:
consulte la web www.transurban.org o contacte con el editor en
la dirección postal indicada o en:
e-mail: estudios@ctm-comadrid.com
Tel.: +34 - 91 580 4532
Fax: +34 - 91 580 4634

Diseño y preimpresión: ZEN comunicación visual · www.zen.es

Imprime: IARRICCIO Artes Gráficas

Contenidos

i	Presentación	5
ii	Apertura del Seminario	6
ii.1	D. José Miguel Moreno. Alcalde de Valdemoro	6
ii.2	D. Luis Armada. Viceconsejero de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	7
ii.3	D. Vasilis Sgouris. Director de DEMEKAV, Empresa Municipal de Volos para Estudios Urbanos, Construcción y Desarrollo	8
iii	Proyecto TranSURban. Objetivos del Taller C: Las Tecnologías de los Transportes Urbanos.	10
iii.1	Manos Vougioukas. Coordinador del Proyecto TranSURban	10
iii.2	Carlos Cristóbal. Jefe del Área de Estudios y Planificación del Consorcio Regional de Transportes de Madrid	11
Sesiones de mañana: Tecnología de los Sistemas de Metro Ligero		
Moderador: Manos Vougioukas. Coordinador del Proyecto TranSURban		13
I	Primera sesión: Actuaciones de Metro Ligero en la Comunidad de Madrid	15
1.1	El Metro Ligero de Boadilla del Monte y Pozuelo de Alarcón. Antonio González, Director del Área de Proyectos y Obras I, Mintra	15
1.2	La concesión del Metro Ligero de Sanchinarro y Las Tablas. Carlos Cuadrado, Director Gerente de Metros Ligeros de Madrid S.A.	21
1.3	La visión del transporte público en Valdemoro. José Luis Navarro y Ana Gamo, Servicios Técnicos Municipales de Valdemoro	25
2	Segunda sesión: Actuaciones de Metro Ligero en Europa	30
2.1	Tranvía de Vélez-Málaga (España): Primera actuación en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Abel López, Gerente de Proyectos y Obras, Ente Público de Gestión de Ferrocarriles Andaluces	30
2.2	Tranvía de Valenciennes (Francia). Isabelle Chapu, Responsable de Marketing de Transvilles	35
2.3	Tranvía de Linz (Austria). Gerd Sammer, Instituto para Estudios de Transporte (BOKU-ITS), socio del proyecto	39
Coloquio sobre las sesiones I y 2		42

Sesiones de tarde: Tecnología de los Sistemas de Autobuses	
Moderador: Giorgio Ambrosino, Compañía de Transporte Público de Livorno (Italia), socio del proyecto _____ 49	
3	Tercera sesión: Sistemas de Autobuses _____ 51
3.1	Autobuses de alto nivel de servicio (Francia). Sébastien Rabuel, Director de Proyectos de CERTU _____ 51
3.2	BusWay de Nantes (Francia). Damien Garrigue, Jefe del proyecto, Nantes Metropole _____ 55
3.3	Sistemas existentes de autobuses rápidos (BRT) en el Reino Unido. Ashley Curtis, Consultor principal, Steer Davies and Gleave Ltd. _____ 60
4	Cuarta sesión: Sistemas innovadores sobre neumáticos _____ 66
4.1	Busway en Cambridge (Reino Unido). Bob Menzies, Director del Carril para Autobús Guiado, Consejo Provincial de Cambridge, socio del proyecto _____ 66
4.2	Sistema TEOR en Rouen (Francia). Werner Kutil, Responsable de relaciones internacionales, TCAR-Veolia Transport ____ 71
4.3	El Trolebús guiado de Castellón (España). Javier Moliner, Concejal de Urbanismo del Ayuntamiento de Castellón _____ 76
Coloquio sobre las sesiones 3 y 4 _____ 81	
5	Clausura _____ 86
5.1	Carlos Cristóbal. Coordinador del Seminario _____ 86
5.2	Isabel Martín. Primer Teniente Alcalde de Valdemoro _____ 86
Anexo · Proyecto Europeo TranSURban _____ 89	

i · Presentación

Varias ciudades pequeñas y medianas europeas están consiguiendo la introducción de sistemas de transporte rápidos y de alta calidad (tranvía, metro ligero, autobús o trolebús guiado), mientras que otras ciudades han implementado estos sistemas en los últimos años con considerable éxito.

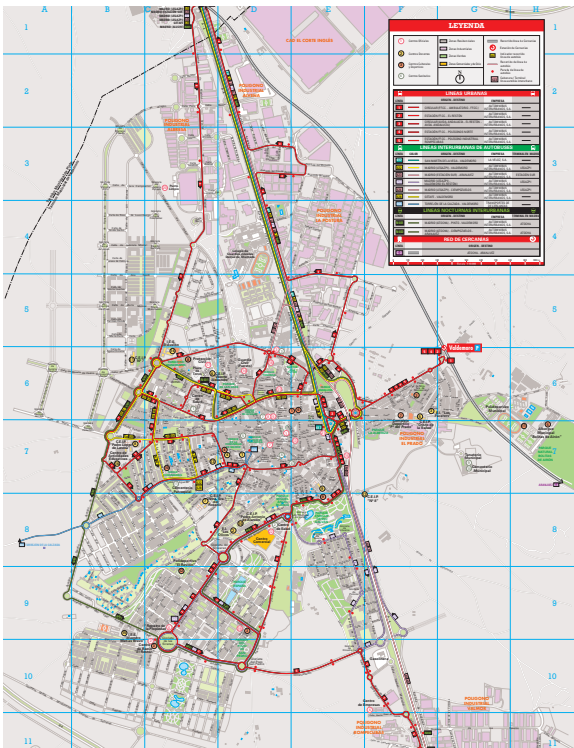
TranSURban “Transit Systems Development for Urban Regeneration” (Desarrollo de Sistemas de Transporte para la Regeneración Urbana) es un proyecto apoyado por la Unión Europea dentro del marco de INTERREG III C, Programa de Cooperación Inter-Regional. El objetivo general del proyecto TranSURban es examinar el desarrollo y la operación de diversos Sistemas Urbanos de Transporte -metros ligeros, tranvías, autobuses o trolebuses guiados- en ciudades pequeñas y medianas, a través de estrategias innovadoras hacia el desarrollo sostenible, la cohesión social y la regeneración urbana. Este proyecto comenzó en abril de 2005 y tiene una duración de 30 meses.

Las 6 ciudades participantes son: Volos (Grecia), a través de la Empresa Municipal de Volos para Estudios Urbanos, Obras y Desarrollo (DEMEKAV); Cambridge (Reino Unido), con el Gobierno Regional del Condado de Cambridgeshire; Livorno (Italia), con la participación de la Empresa de Transporte Público de Livorno; Valdemoro (Comunidad de Madrid, España), con el Consorcio Regional de Transportes de Madrid; Nea Ionia-Magnesia (Grecia), con la Empresa Municipal de Planificación de Obras y Desarrollo de Nea Ionia (DEMKA), y Linz (Austria), con la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Biológicas Aplicadas de Viena (BOKU).

ii· Apertura del Seminario

ii.1 · D. José Miguel Moreno. Alcalde de Valdemoro

Plano de Transportes de Valdemoro



El Alcalde de Valdemoro da la bienvenida a todos los ponentes que van a participar en este Seminario Internacional, en particular a los que han venido de Austria, Francia, Grecia, Italia, Holanda y Reino Unido, y por supuesto también al público asistente al mismo.

Comenta el placer que es para ellos que Valdemoro sea la sede de este seminario internacional, integrado en el proyecto europeo TranSURban, que busca la regeneración urbana a través del desarrollo de los sistemas de transporte. En Valdemoro tienen experiencia de la gran influencia que el transporte tiene en el desarrollo del urbanismo, tanto por su historia como por su presente, importante por ser un municipio, o el municipio, con más proyección del sur de la Comunidad de Madrid.

Valdemoro está en un cruce de caminos atravesado por el antiguo Camino Real, que hoy es la Autovía de Andalucía (A-4). Si a ello se le añade el punto de inflexión en el desarrollo socioeconómico y urbanístico, encontramos lo que supuso, en 1851, la llegada del tren. Es por ello

que en Valdemoro se cree firmemente en la capacidad de regeneración de las ciudades a través de los medios de transporte. Primero fue el tren, y más tarde la carretera, los que determinaron entonces el desarrollo de un pequeño pueblo. Ya en el siglo XX ha sido el crecimiento de la población el que ha marcado la pauta de la mejora en el transporte público, un transporte público que en los últimos años ha experimentado un increíble salto cualitativo, tanto en frecuencia de trenes como en líneas de autobuses urbanas e interurbanas. Pero la eficacia de estas últimas se debe en gran medida a la existencia de un sólido y bien organizado entramado viario. Y es que en los últimos 7 años, la transformación de la red viaria de Valdemoro ha sido espectacular. Se han abierto nuevas vías de penetración desde la autovía A-4, como el acceso sur, complementado por una circunvalación (la circunvalación sur). Se ha creado un paso bajo por la A-4 que facilita y mejora la movilidad entre todos los barrios de Valdemoro. Se ha completado también recientemente el primer cinturón perimetral que circunvala todo el municipio, además de abrir la salida hacia la A-4 en dirección sur. Y, por supuesto, la futura variante Oeste, M-423, que va a garantizar un acceso directo al hospital de Valdemoro, y que va a descongestionar tanto el casco antiguo de Valdemoro como las calles principales del municipio. Obviamente todo este tejido viario se ha mejorado, se ha ampliado y ha adaptado sus necesidades a las que tiene el municipio de Valdemoro.

Al igual que en el resto de municipios, el transporte es un problema en Valdemoro que, en principio, parece que tiene solución, y en eso está trabajando el Ayuntamiento junto con la Comunidad de Madrid, con el fin de lograr que ese transporte, tanto urbano como interurbano, esté en las mejores condiciones posibles.

En Valdemoro se está apostando por un transporte público de calidad, con autobuses de plataforma reservada y establecimiento de carriles-bus. Para ello, es necesario conocer las diferentes opciones que se plantean y saber cuál es el futuro del transporte, porque eso ayudará a conciliar el transporte y a que los ciudadanos de Valdemoro gocen de ese bienestar por el que estamos luchando. En este sentido, la cooperación europea, a través de las redes de ciudades con objetivos similares, es una magnífica manera para poder hacerlo. En Valdemoro se puede aprender mucho de encuentros como éste, de experiencias ajenas, de alternativas atrevidas pero solventes, en definitiva, de iniciativas como ésta, TranSURban, que están encaminadas a recuperar los espacios urbanos como espacios de convivencia, y eso siempre es interesante.

El Sr. Moreno finaliza su intervención deseando que el Seminario resulte fructífero y que se saquen conclusiones interesantes para todos. Una vez más da la bienvenida a Valdemoro e invita a todos los asistentes a pasear por sus calles.

ii.2 · D. Luis Armada.

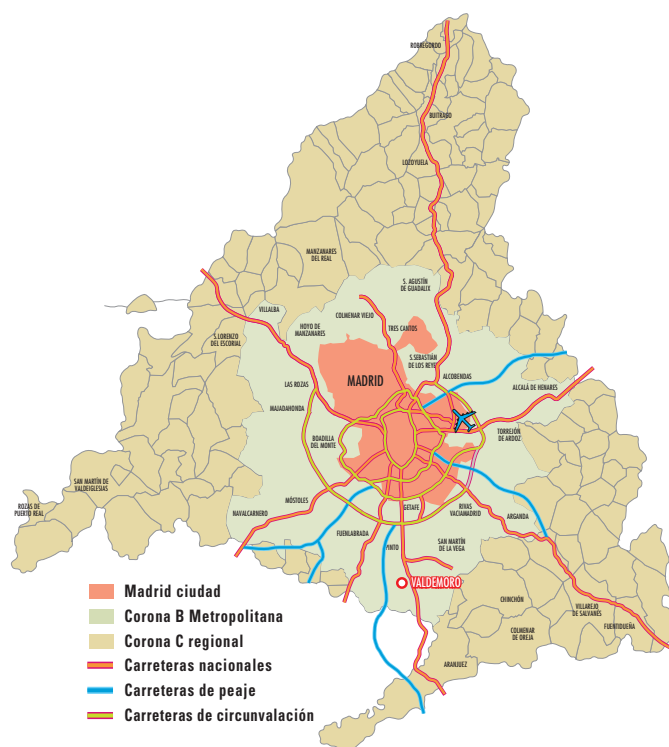
Viceconsejero de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid

El Viceconsejero de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid saluda a todos los presentes en la mesa, así como a los representantes de las ciudades de Volos, Cambridge, Livorno, Nea Ionia-Magnesia, Linz y Valdemoro, y a los participantes en el seminario. A todos les da la bienvenida en nombre del Gobierno de la Comunidad de Madrid, que está presente en este Seminario por considerar de una gran trascendencia para la investigación del transporte.

Comienza su intervención presentando el Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM) como una pieza clave en el sistema de transportes de la Comunidad de Madrid, que fue creado hace ya 20 años.

Antes de su creación, el sistema de transporte público de la región iba perdiendo viajeros sistemáticamente y, desde 1986, año en que se fundó, se están

Plano de la Comunidad de Madrid y situación de Valdemoro



ganando unas tasas muy importantes año tras año, resultado de una importante labor de estudio y planificación.

La región de Madrid tiene 10 millones de viajes mecanizados diarios, de los cuales la mitad se realizan en transporte público. Reduciendo el ámbito a la almendra central de la ciudad de Madrid, ocurre que de cada 4 viajes, 3 se realizan en transporte público.

De los viajes realizados en transporte público en toda la región, el 47% se realizan en metro. Esta cifra sugiere que el metro es el transporte favorito de los madrileños.

Las infraestructuras de transporte son el motor del desarrollo. Por ello, desde la Comunidad de Madrid, y desde sus ayuntamientos, se está haciendo un gran esfuerzo para seguir mejorando las infraestructuras. Durante los últimos 4 años, se van a poner en servicio 90 kilómetros de metro, de los cuales 30 son de metro ligero. Este sistema de transporte, existente en muchas ciudades europeas y españolas, es nuevo en Madrid.

La celebración de este seminario es muy importante para Madrid, ya que continuamente está mejorando su sistema de transporte y su oferta de transporte público. Se puede aprender mucho de todas las actuaciones punteras que se están desarrollando en Europa y que se van a presentar en el Seminario.

El Viceconsejero finaliza su intervención deseando que el encuentro sea positivo para todos los asistentes y agradeciendo la participación.

ii.3 · D. Vasilis Sgouris. Director de DEMEKAV, Empresa Municipal de Volos para Estudios Urbanos, Construcción y Desarrollo

El Sr. Sgouris agradece, en primer lugar, a los miembros de la mesa la invitación al Seminario.

Continúa su intervención introduciendo a la ciudad de Volos. Actualmente Volos se encuentra en un periodo de transición ya que hace un mes se eligió un nuevo Alcalde, que anteriormente fue Ministro de Transportes y Comunicaciones. Volos es una ciudad con 130.000 habitantes, situada en el centro de Grecia y también en el centro de una región turística en expansión; no se trata de una gran ciudad, pero es el quinto centro urbano de Grecia. Es un centro industrial y comercial, con una nueva universidad. Según la opinión pública, el tráfico aparece como el primer problema en esta ciudad. En Grecia y, por tanto, en Volos, nunca ha habido mucha tradición del transporte público, nada que ver con Madrid. Los autobuses en Volos están operados por una compañía privada que es un consorcio de propietarios de autobuses, y el nivel de servicio que presta es muy bajo.



Existe un deseo de construir un tranvía en Volos, y esta ambición está ligada con el futuro de una ciudad moderna, dinámica y sostenible, que ofrece unos servicios mejores a los ciudadanos, combinado con intervenciones de renovación urbana y mejora del medio ambiente urbano.

El proyecto TranSUrban, y la cooperación de diferentes participantes europeos, ofrece la oportunidad a Volos de avanzar en el conocimiento de temas tecnológicos, de organización y financiación de sistemas de transporte.

El Sr. Sgouris termina su intervención esperando que este Seminario le sirva para conocer nuevas experiencias de la mano de los expertos más cualificados e invita a todos a la conferencia final del proyecto TranSUrban, que tendrá lugar en Volos dentro de un año, con el fin de evaluar la experiencia intercambiada entre todos y tratar, con ella, mejorar el futuro de las ciudades de tamaño mediano y pequeño a través de los tranvías, de sistemas guiados, o en general, a través del transporte público.

iii· Proyecto TranSURban. Objetivos del Taller C: Las Tecnologías de los Transportes Urbanos



iii.1 · Manos Vougioukas. Coordinador del Proyecto TranSURban

El Sr. Manos Vougioukas es el coordinador del proyecto TranSURban, y ya es el tercer proyecto en el que trabaja conjuntamente con el Consorcio de Transportes. Todos estos proyectos han sido exitosos, muy bien valorados por la Comisión Europea.

La cooperación entre el Sr. Vougioukas y CRTM comenzó en 1995, en las negociaciones del primer proyecto europeo (TranSPrice), en el que también participó la Universidad Politécnica de Madrid. Este proyecto consistió en estudiar los diferentes mecanismos de tarificación, tarifas, billetes integrados, etc..., además de evaluar el carril de alta ocupación (BUS-VAO) de Madrid. La colaboración continuó años más tarde, en 2001, con otro proyecto del V Programa Marco de la UE llamado TranSEcon, coordinado por el profesor Gerd Sammer, en el que se evaluaron los impactos socioeconómicos de inversiones de transporte público, principalmente metros, tranvías y ferrocarriles suburbanos, de 13 ciudades europeas, una de ellas Madrid. La investigación proporcionó numerosos argumentos que apoyaban la inversión en infraestructuras de transporte público, en la medida en que producen una serie de beneficios socioeconómicos, tales como generación de empleo y contribución al PIB regional. Además, de estas características macroeconómicas se identificó el potencial que tenían estos proyectos en la regeneración urbana. Cuando se lanzó la propuesta INTERREG, en la que había un componente de regeneración urbana, surgió la idea de utilizar las investigaciones y resultados de previos proyectos en un nuevo proyecto centrado en regeneración urbana, y así es como nació TranSURban. Por otro lado, se quiso “escapar” de las grandes áreas metropolitanas y focalizar la investigación en ciudades de tamaño mediano y pequeño, con la finalidad de proporcionarles cierta financiación, así como la oportunidad de darlas a conocer a nivel europeo.

Este es el tercer Taller que organiza el proyecto TranSURban. El primero tuvo lugar en Volos, en diciembre de 2005, justo al inicio del proyecto, y consistió en un intercambio de experiencias entre las 6 ciudades participantes en el proyecto, y en la que se comenzó a formular la metodología que se utilizaría en la evaluación de la regeneración urbana y los impactos socioeconómicos de estas ciudades. El segundo Taller se celebró en Linz (Austria), en junio de 2006, y trató de la relación entre el desarrollo urbano y la política de transportes. El seminario que se presenta en esta publicación es el tercer Taller del proyecto, y en él se discuten las tecnologías de los transportes urbanos. El próximo Taller, cuarto, tendrá lugar en

Livorno (Italia), en junio de 2007, y en él se presentarán los resultados preliminares de la evaluación de los impactos socioeconómicos.

Por último, la conferencia final del proyecto tendrá lugar en Volos (Grecia) el próximo año, cuyo tema principal será el papel de los sistemas de transporte público de calidad en pequeñas y medianas áreas urbanas europeas. Se presentará la experiencia de las ciudades participantes en TranSURban, pero también habrá espacio para presentar las experiencias de cualquier ciudad europea (de tamaño medio o pequeño) que esté desarrollando, o desee hacerlo, sistemas de transporte público de calidad. De esta manera, se pretende convencer a los gobiernos regionales, nacionales y las instituciones de la Unión Europea a que financien, o co-financien, estos sistemas para el beneficio de los ciudadanos europeos que residen fuera de las grandes áreas metropolitanas.

iii.2 · Carlos Cristóbal. Jefe del Área de Estudios y Planificación del Consorcio Regional de Transportes de Madrid

El Sr. Carlos Cristóbal comienza su intervención agradeciendo la asistencia a todos los presentes y comenta que no es la primera vez que el CRTM participa en un proyecto europeo con una ciudad de la Comunidad de Madrid, en este caso Valdemoro. Hace años participó en un proyecto (INTATME) con Arganda del Rey y Rivas-Vaciamadrid; posteriormente, ha participado en otro proyecto europeo con todo el ámbito territorial de MetroSur (Alcorcón, Leganés, Getafe, Fuenlabrada y Móstoles). Finalmente, participa en el proyecto TranSURban con Valdemoro.

Pasando a la estructura del seminario, éste está organizado en dos sesiones: sistemas ferroviarios por la mañana y sistema de rueda neumática por la tarde, como las dos concepciones que en este momento están en discusión en ciudades de tamaño medio o pequeño.

En la sesión de mañana hay una primera parte que trata de las actuaciones de metro ligero en la Comunidad de Madrid, y una segunda parte sobre actuaciones en España y Europa. La sesión de tarde también consiste en dos partes: en la primera parte se presentarán experiencias de sistemas de autobuses y la segunda parte tratará de innovaciones más tecnológicas.

Finalmente, termina su intervención agradeciendo el apoyo del Ayuntamiento de Valdemoro en la organización de este seminario, y en la actitud positiva que ha tenido desde el principio en relación a este proyecto.

SESIONES DE MAÑANA: TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE METRO LIGERO



Moderador:

Manos Vougioukas

Coordinador del Proyecto TranSURban

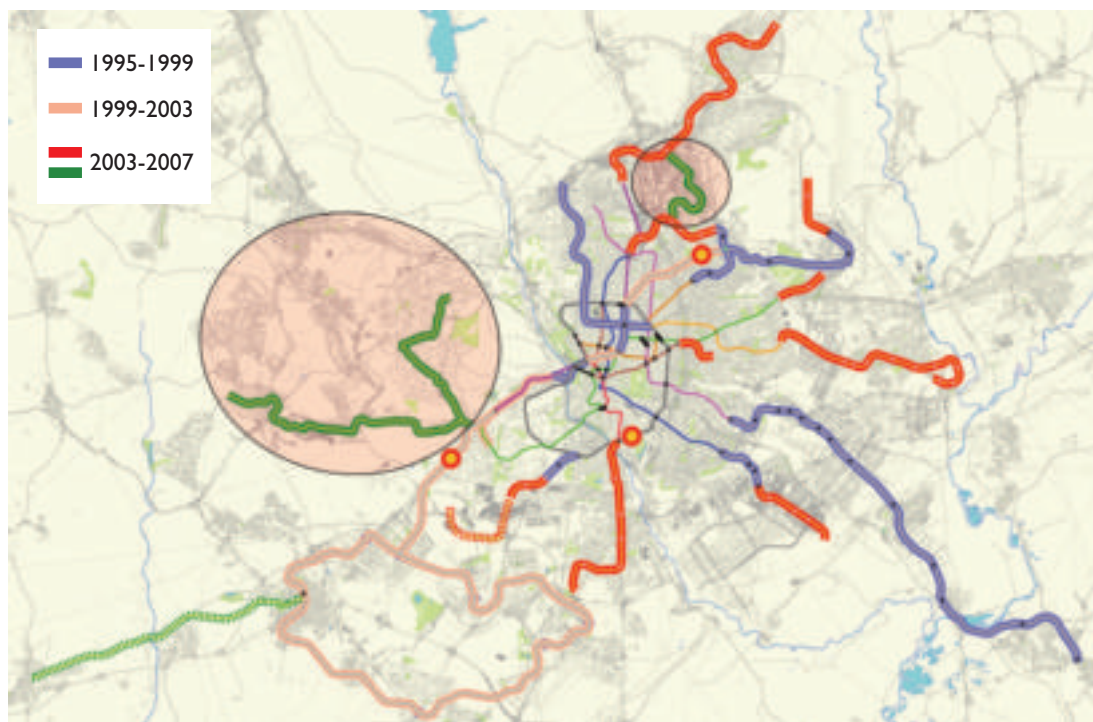
I · Primera sesión: Actuaciones de Metro Ligero en la Comunidad de Madrid

1.1 · El Metro Ligero de Boadilla del Monte y Pozuelo de Alarcón

Antonio González, Director del Área de Proyectos y Obras I, Mintra

La red de Metro de la Comunidad de Madrid ha sufrido importantes extensiones, especialmente desde el año 1995.

Figura 1: Planes de Ampliación de la red de Metro de Madrid



En la ampliación de Metro de Madrid en el periodo 1995-1999 se hacen actuaciones de interconexión en la zona central de la red, como la unión de las líneas 8 (antigua) con la 10, o el paso de la línea 7 por el centro; prolongación a barrios periféricos como las líneas 1, 4 y 7, creación de la nueva línea 11; primera parte de la nueva línea al aeropuerto de Barajas. Eso supuso un total de 56 nuevos kilómetros de línea, e hizo que Madrid tuviese una red de metro de 210 kilómetros en el año 1999.

La ampliación de la red de metro del periodo 1999-2003, en la que quitando la unión al centro de Madrid de la línea 8, a través del intercambiador de Nuevos Ministerios, se centró en la creación de MetroSur, y su unión con el municipio de Madrid a través de la prolongación de la línea 10.

El Plan de Ampliación de Metro 2003-2007 recoge 80 nuevas estaciones y 90 km de Metro de los que cerca de 30 km son de Metro Ligero, entre los que se incluyen el de Boadilla del Monte y Pozuelo de Alarcón. Esta tercera ampliación comprende la extensión de la línea 3 hacia el sur, para conectarla con MetroSur; la ampliación de la línea 7 para llevarla a los municipios de Coslada y San Fernando de Henares, al este de Madrid; la ampliación de la línea 10, que se denominará MetroNorte para ir a los municipios de Alcobendas y San Sebastián de los Reyes; la unión de las líneas 1 y 4 para dar servicio a la zona noreste de Madrid; la prolongación de las líneas 2 y 5; y, por último, la prolongación de la línea del aeropuerto a la nueva terminal 4. Además de todas estas prolongaciones de red del metro convencional, la Comunidad de Madrid, en su plan de ampliación 2003-2007, incluye por primera vez el sistema de transporte de metro ligero, fundamentalmente en superficie, aunque al final acaban siendo unos proyectos mixtos entre subterráneo y superficie por determinadas condiciones y características.

Fundamentalmente se trata de dos actuaciones. La primera dará servicio a dos municipios del noroeste, Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte, y la segunda consiste en la unión de dos líneas citadas anteriormente, el MetroNorte y la prolongación de las líneas 1 y 4, a través de dos barrios residenciales que se han desarrollado en Madrid en estos últimos años, Sanchinarro y Las Tablas.

La razón por la que se incorpora el metro ligero en estas zonas es porque se trata de áreas de densidades medias o bajas. Hasta ahora, todos los planes de ampliación de metro se han desarrollado en zonas de alta densidad con demandas importantes, en las que el metro convencional era el modo más adecuado para satisfacer la demanda.

Aunque la aparición del metro ligero es novedosa en Madrid, ya existen muchas experiencias en otras ciudades, españolas y europeas, que están teniendo mucho éxito. La aparición de un nuevo material móvil con importantes prestaciones de calidad ha hecho que se recuperen los antiguos tranvías para las ciudades modernas, ya que se adaptan tanto a los nuevos desarrollos como a cascos antiguos o históricos.

Las características generales del metro ligero son: mayor flexibilidad, fácil accesibilidad, bajo consumo energético, baja contaminación atmosférica y acústica, menor coste económico y larga vida útil.

Hay que comentar que por razones financieras, la Comunidad de Madrid ha tenido que concesionar parte de las líneas del Plan de Ampliación 2003-2007, tomando la decisión de concesionar las líneas de metro ligero. Así, las tres líneas de metro ligero se agrupan en dos concesiones, que se hacen cargo de la inversión y de la explotación de estas líneas:

- ▶ Una, en la línea ML-1: Pinar de Chamartín-Sanchinarro-Las Tablas, cuyo concesionario es la empresa Metros Ligeros de Madrid, S.A.
- ▶ Otra es una concesión de las líneas ML-2: Colonia Jardín-Pozuelo de Alarcón y ML-3: Colonia Jardín-Boadilla del Monte, cuyo concesionario es Metro Ligero Oeste, S.A.

A partir de ahora nos centraremos en la segunda concesión, es decir, a la descripción de las líneas de metro ligero a Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte.

Tabla 1: Características de las líneas de metro ligero de la zona oeste

	Longitud kilómetros	Número de Estaciones	Demanda anual media estimada	Inversión inicial ¹ (M€)
ML-2: Colonia Jardín- Pozuelo de Alarcón	8,7	13+1*	9,1 millones	523(sin IVA)
ML-3: Colonia Jardín- Boadilla del Monte	13,5	16+3*	8,5 millones	

¹ La inversión total prevista incluye tanto la infraestructura como las instalaciones y el material móvil correspondiente, además de los edificios, talleres y cocheras.

* Estaciones que se pondrán en funcionamiento en una fase posterior.

La línea de metro ligero de Boadilla, de 13,5 km de longitud, tiene su origen en la estación de Colonia Jardín (perteneciente a la línea 10 de metro). Además, es cabecera también de la línea de Pozuelo, saliendo hacia el oeste la línea de Boadilla y más hacia el norte la línea de Pozuelo.

Los primeros estudios que el CRTM hizo sobre esta línea datan del año 97/98. Boadilla del Monte es un municipio al oeste de Madrid, que ha experimentado un desarrollo importante en estos últimos años. Supera los 40.000 habitantes y tiene capacidad potencial para llegar en el futuro a los 80.000 - 90.000 habitantes. Tenía un problema de comunicación con el centro de Madrid, ya que el transporte público se basa en los autobuses que circulan por la carretera M-501, con grandes problemas de tráfico.

Figura 2: Trazado del metro ligero a Boadilla del Monte



Los entornos servidos por la línea son los siguientes: Colonia Jardín, Ciudad de la Imagen, Universidad CEU, Polígonos Industriales de Ventorro del Cano y Prado del Espino, Ciudad Financiera del Banco de Santander y Boadilla del Monte.

La población beneficiada por la línea es de 99.000 habitantes, y la demanda potencial alcanza los 25.000 viajeros/día. La frecuencia del servicio en hora punta es de 5 minutos, con recorridos desde el intercambiador final de Boadilla hasta el de Colonia Jardín de aproximadamente 35 minutos.

La línea de metro ligero de Pozuelo, con 8,7 km, también parte de la estación de Colonia Jardín y se desarrolla a través del eje de la carretera M-502, siguiendo por el eje de la M-503 para terminar en la estación de cercanías de Aravaca, por la que pasan las líneas C-7 y C-10.

Se trata de un proyecto con algunos tramos más urbanos y otros más externos, ya que hay numerosos cruces subterráneos o a distintos niveles, en ocasiones con vías de gran tráfico, como la M-503.

Figura 3: Trazado del metro ligero a Pozuelo de Alarcón



La población beneficiada por la línea es de 60.000 habitantes, y la demanda potencial alcanza los 30.000 viajeros/día. La frecuencia del servicio en hora punta es de 5 minutos, con un recorrido de 25 minutos.

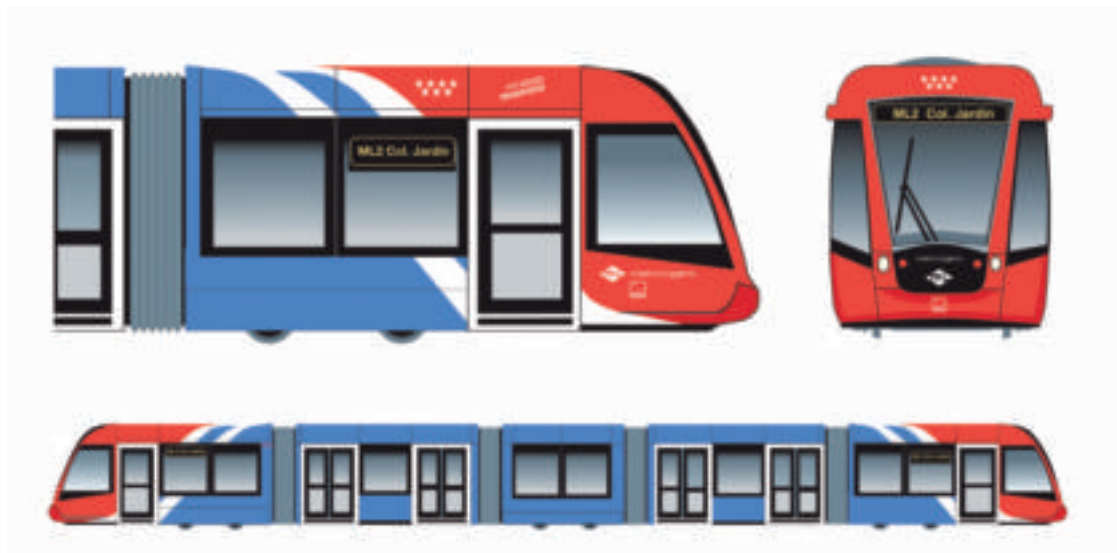
La **sección tipo** presenta una anchura de plataforma aproximada de 7,80 metros, incluyendo todos los servicios que lleva. En Boadilla hay una sección tipo especial, al tratarse de un trazado que, en su parte final, discurre a través de un bulevar con las dos vías separadas y abrazando al bulevar, atravesando una serie de rotondas. En la zona más urbana, la calle Alberca, sí se ha optado

por una plataforma reservada exclusiva, en una calle con tráfico a ambos lados. En el resto del trazado es plataforma totalmente reservada y va a través de los grandes ejes, con lo que en principio su velocidad comercial puede ser alta.

En cuanto al **material móvil**, se trata del modelo CITADIS de ALSTOM, en la actualidad presente en Montpellier y en Barcelona, y que también estará en servicio en Tenerife; todo el material móvil es adquirido por MINTRA.

Su longitud es de 30 metros, aunque los andenes son de 45 metros pensando en futuras ampliaciones, ya que es un tipo de vehículo ampliable. Su anchura es de 2,40 m (gálibo estrecho), es todo de piso bajo, siendo su altura sobre vía de 30 cm. El interior es funcional, con zonas específicas para personas con movilidad reducida. Además presenta los dispositivos necesarios

Figura 4: Material móvil



para informar al viajero por paneles fijos, electrónicos y voz. Alcanza velocidades máximas de 70 km/h y tiene capacidad para superar rampas de hasta el 8%.

Para la superestructura final se ha adoptado el sistema belga CDM, que permite dar cualquier tipo de acabado y al que se pueden incorporar todos los sistemas antivibratorios y anti-ruidos que llevan. La electrificación es de 750 voltios, en corriente continua.

La **parada** que se ha diseñado tiene andenes de 45 m de longitud, con marquesina en la que se incorpora el módulo técnico, donde se situará también la expendedora y la información al viajero y la información general que el Consorcio tiene en sus líneas.

En el proyecto de Boadilla, que es el proyecto más puramente urbano de los dos, se ha tenido muy en cuenta la integración ambiental. Para ello, en muchas glorietas se ha hecho un proyecto específico de integración ambiental, así como en la zona de bulvar, con el objetivo de hacer una integración completa del sistema en el medio urbano.

En cuanto al contrato concesional, la entidad concedente es MINTRA y el concesionario ha de contar con experiencia previa en construcción de infraestructuras ferroviarias y en la prestación de servicios de transporte. La retribución del concesionario consistirá en una tarifa técnica que, la Comunidad de Madrid por medio del CRTM, abonará por cada via-

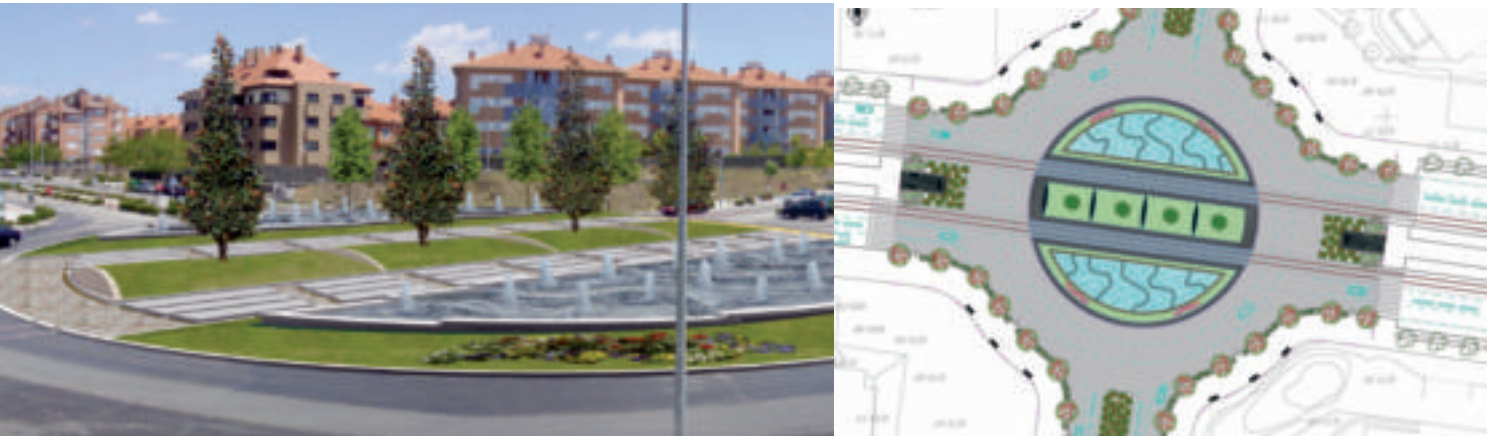
Figura 5: Sistema belga CDM



Figura 6: Parada tipo



Figura 7: Integración ambiental en glorieta de Boadilla



jero transportado durante todo el periodo de la concesión, es decir, 30 años, con una actualización anual de dicha tarifa en un 98% de la variación del IPC. En el Pliego de Condiciones Administrativas Particulares se fija un importe máximo de dicha tarifa para la concesión.

Las obligaciones del concesionario consisten en:

- ▶ pagar a MINTRA la parte de las infraestructuras ya construidas, haciendo un primer pago a cuenta en función de las certificaciones realizadas hasta febrero de 2006;
- ▶ el concesionario es responsable de la ejecución de las obras de acuerdo con el proyecto aprobado por MINTRA, así como del cumplimiento de los plazos de terminación de la obra y de puesta en explotación del servicio;
- ▶ mantener y conservar todas las infraestructuras y material móvil en un estado idóneo para el correcto funcionamiento de las líneas;
- ▶ ejercer por sí mismo la concesión sin que ésta pueda ser cedida o traspasada a terceros, salvo con la autorización de MINTRA y con arreglo a la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

La estación de Colonia Jardín, en la que concurren las dos líneas de metro ligero, tiene dos andenes laterales en subterráneo, uno para cada línea, y en la cabecera de estos dos andenes hay una comunicación con la red de metro, a través de la línea 10.

Figura 8: Cruce con la M-40



Figura 9: Montaje de vía



Figura 10: Pérgola sobre la carretera M-503



1.2 · La concesión del Metro Ligero de Sanchinarro y Las Tablas

Carlos Cuadrado, Director Gerente de Metros Ligeros de Madrid S.A.

Las principales características de la concesión del metro ligero de Sanchinarro y Las Tablas son las siguientes:

- ▶ la adjudicación se realiza el 17 de julio de 2006;
- ▶ se trata de una concesión para la construcción y posterior explotación de la línea de metro ligero a riesgo y ventura del concesionario, sin embargo, en el momento de la adjudicación se han iniciado las obras;
- ▶ la retribución se hace a través de una tarifa técnica ofertada por el concesionario por viajero transportado;
- ▶ el periodo concesional es de 30 años;
- ▶ se produce una subrogación de la totalidad de los contratos de construcción en marcha y también una subrogación en la compra de material móvil (ALSTOM CITADIS);
- ▶ existe un sistema de reequilibrio bidireccional, tanto para la Administración como para el concesionario en función de que se superen unos parámetros establecidos en la oferta, tanto por encima como por debajo de la demanda estimada.

Metros Ligeros de Madrid, S.A. es la concesionaria de esta línea ferroviaria. En relación a su composición accionarial, tiene tres socios: dos de ellos con un alto reparto accionarial, que son Metro de Madrid (42,5%) y Caja Madrid (42,5%), y el tercer socio es Alsa (con un 15%).

La concesionaria se organiza de manera que el socio ferroviario, Metro de Madrid, explote íntegramente la línea, es decir, que la opere y la mantenga mediante un contrato que se suscribirá a tal efecto con la concesionaria. En este sentido, la organización se sustenta en tres direcciones diferentes: una de mantenimiento, otra de operación y otra financiera.

Las características principales de la línea son las siguientes:

- ▶ ancho de vía de 1.435 mm
- ▶ longitud total de 5,4 km (siendo 1,78 km en superficie y 3,62 km en falso túnel)
- ▶ 9 estaciones, de las cuales 5 son subterráneas y 4 son en superficie
- ▶ las cocheras y talleres tienen una superficie de 9.800 m², con capacidad para 12 trenes.

La línea de metro ligero, denominada MLI, se sitúa en la zona norte de Madrid, en el entorno de dos barrios en plena construcción (en la actualidad, está construido aproximadamente el 60% de las viviendas totales, que serán unas 25.000). La línea está limitada al Norte y al Este por una vía de intenso tráfico rodado, la M-40, y al sur también limita con la M-30 y la M-11. Además, la autovía A-1 divide en dos partes el trazado de la línea.

La línea MLI tendrá conexión, por el sur, con las ampliaciones de las líneas 1 y 4 de metro y, por el norte, con una estación de la ampliación de la línea 10 que va hasta Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, denominada como MetroNorte.

Figura 11: Trazado de la línea MLI



Los tiempos medios estimados para llegar a Chamartín y Plaza de Castilla serán de 12-16 minutos, lo que permite un ahorro de tiempo respecto a los recorridos actuales de los autobuses urbanos que dan servicio a la zona.

La estación Pinar de Chamartín es una de las cabeceras de línea; comienza en falso túnel en una vía subterránea, pasando la M-11 (vía de alta densidad de tráfico), penetrando en el barrio de Virgen del Cortijo, donde tiene una estación en subterráneo.

La línea atraviesa el barrio de Sanchinarro, que es de nueva construcción y aún se encuentra en fase de consolidación, con una población estimada de 26.000 residentes. Un aspecto novedoso de esta línea es que, generalmente, este tipo de infraestructuras ferroviarias de transporte se sitúan en entornos urbanos que están altamente consolidados y, sin embargo, en este caso se ha construido antes de que se consolide la zona. Esto supone una ventaja importante para el ciudadano, ya que se instala en un barrio nuevo con una infraestructura de transporte eficaz y terminada. Para el concesionario, sin embargo, supone una incertidumbre desde el punto de vista de que se desconoce cuál va a ser el crecimiento poblacional a lo largo de los años y, por lo tanto, se desconoce la demanda estimada. También da servicio a un gran centro comercial, a través de una estación enterrada (María Tudor). Por último, la línea finaliza en otro barrio de nueva construcción, Las Tablas, tras pasar por debajo de la autovía A-1 (que conecta Madrid con el norte de la península), y conecta con la línea de MetroNorte en la estación de Las Tablas.

Organizativamente hablando, la obra lineal se ha dividido en tres sectores, dos tramos en obra civil y unas cocheras. El estado actual de las obras, en lo que a finalización de obra civil se refiere es en torno al 90%, y las cocheras en torno al 85%.

La tipología de las estaciones enterradas es muy similar, es decir, son estaciones cuya losa se encuentra básicamente a nivel de la rasante de la calle, y tienen una profundidad de 7-8 metros, y todas son de andén central.

Tramo I: tramo en superficie, se aprecia como la vía está totalmente hormigonada y terminada, se ha colocado incluso el adoquinado de remate, los postes de sujeción de catenaria están absolutamente todos colocados y los trabajos en este momento son los referentes al solado, urbanización, remate de aceras, etc., y por supuesto la colocación de soportes de catenaria y electrificación, colocación de comunicaciones e instalaciones en general.

La estación que dará servicio al centro comercial tiene dos accesos, uno en la zona norte y otro en la zona sur, pero el resto de estaciones enterradas tiene un acceso único, con un andén central.

La nave de estacionamiento de las cocheras, que ya está completamente hormigonada e incluso tiene parte de catenaria ya colocada, podrá albergar en un futuro hasta 12 trenes.

La **inversión** prevista para la construcción de la línea, obra civil, instalaciones, señalización, cocheras, material móvil, expropiaciones, asesorías y control de calidad es de 250.000 millones de euros (algo más de 290.000 millones de euros, IVA incluido).

En relación a la **operación** prevista para la línea, se ha tenido en cuenta su conexión con tres líneas de metro de Madrid y, por tanto, el horario de servicio ofertado será similar al horario de Metro de Madrid, de 6:00 h a 1:30 h. La operación y el mantenimiento, es decir, la explotación integral va a ser contratada a Metro de Madrid como socio ferroviario; se va a realizar una integración completa del sistema ferroviario en el sistema de tráfico centralizado que Metro de Madrid tiene en el Alto del Arenal, de manera que ese tráfico será supervisado por los técnicos de Metro de Madrid desde este puesto central. Asimismo, también se integrarán las subestaciones de la línea de metro ligero en el sistema de control y telemando de subestaciones de Metro de Madrid, con lo cual las garantías de funcionamiento son muy importantes; se dotará de un respaldo respecto a la circulación en el puesto de mando propio que se sitúa en las

Figura 12: Estado actual de las obras en el tramo I



Figura 13: Nave de estacionamiento de las cocheras



cocheras; se va a dotar a los trenes y al sistema vial con un sistema de protección ATP en el túnel, complementado con un sistema de regulación de tráfico y un sistema de gestión de tráfico denominado SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación), que serán proporcionados por ALSTOM. Los dos cruces en superficie que tiene la línea van a estar regulados por este SAE, de manera que se dará preferencia al Metro Ligero sobre el tráfico rodado.

Para cubrir la **oferta de servicio** de 6:00 de la mañana a 1:30 de la madrugada, se tendrán cinco unidades de trenes en hora punta, con una frecuencia media de 6,5 min en hora punta y 9,5 min en hora valle, con una capacidad de transporte de 2.500 viajeros en hora punta, y una máxima ocupación (limitada en la oferta y por los pliegos) de 3,5 viajeros de pie/m², más plazas sentadas, es decir, que se garantiza un alto grado de confort para los viajeros de manera que ni siquiera en hora punta se pueden superar los 3,5 viajeros/m². La velocidad comercial será de 21 km/h, bastante aceptable teniendo en cuenta que la interestación es de 700 m (relativamente corta).

Figura 14: Material móvil



El **material móvil** es ALSTOM CITADIS TGA 302, con una composición inicial de cinco módulos, con una previsión de ampliar a siete módulos para poder cumplir los ratios y los parámetros de calidad que exigen los pliegos. La longitud de los 5 módulos es de 32,3 m, y la capacidad a 3,5 viajeros de pie/m² es de 186 viajeros/tren. Tiene dos velocidades de circulación máxima: 70 km/h en túnel y 50 km/h en superficie, para adaptarse a la circulación rodada; su aceleración es de 1,2 m/s² y su tensión nominal de 750 voltios en corriente continua.

En cuanto a la demanda que se ha estimado para esta zona, como se ha comentado anteriormente, su estudio es complejo ya que se trata de zonas en plena construcción. En la actualidad, pueden estar construidas el 60% de las viviendas, y no todas ellas están ya habitadas, lo que influye en el estudio y en la evolución de la demanda estimada.

Los ratios fundamentales que se han tenido en cuenta para la estimación de la demanda son la población residente en la actualidad y en el 2014, considerando un periodo de 7 años para que se consoliden poblacionalmente los dos barrios. Para el año 2007, se ha estimado una población de unas 30.000 personas, y en el 2014, unas 50.000-55.000 personas.

Los puntos estratégicos de atracción y de generación de viajes son el centro comercial, las conexiones de esta línea de metro ligero con la cabecera de las líneas 1 y 4 de metro en Pinar de Chamartín, la conexión con MetroNorte en la estación de Las Tablas, y la futura conexión directa con RENFE-Cercanías en las futuras líneas Chamartín-Aeropuerto y Borde de Hortaleza.

Los puntos de interés próximos a tener en cuenta son la Ciudad de las Comunicaciones desarrollada por Telefónica, que es un centro empresarial muy importante con unos 15.000 empleados y en el que está ubicada una estación de MetroNorte, y un centro comercial, en el que está ubicada la estación La Moraleja, también de MetroNorte.

Para el cálculo de la demanda, también se han estimado unos efectos ramp-up del 70, 80 y 90% para los tres primeros años, respectivamente.

La tabla 2 presenta la evolución de la demanda para los próximos 30 años, donde se puede apreciar que, para un día laborable medio del año 2007 se estima una demanda de unos 14.700 viajeros. Si se aplica un ramp-up del 70% del primer año se espera tener aproximadamente unos 10.000 - 10.500 viajeros. También se observa que el crecimiento de demanda entre el año 2007 y el año 2014 es bastante importante, por supuesto teniendo en cuenta un aumento de población del 40%, que son los residentes que aún no han ocupado sus viviendas.

Por tanto, la demanda total a lo largo de 30 años de concesión es de aproximadamente unos 298 millones de viajeros.

Tabla 2: Estimación de la demanda durante el periodo concesional

Año	Pasajeros subidos (Diarios)	Pasajeros subidos (Anuales)
2007	14.723	3.960.524
2008	16.942	4.557.296
2009	19.160	5.154.067
2010	21.379	5.750.839
2011	23.597	6.347.610
2012	25.816	6.944.382
2013	28.034	7.541.153
2014	30.253	8.137.925
2015	30.701	8.258.477
2016	31.149	8.379.030
2017	31.597	8.499.582
2018	32.045	8.620.135
2019	32.493	8.740.687
2020	32.941	8.861.240
2021	33.390	8.981.792
2022	33.838	9.102.345
2023	34.286	9.222.897
2024	34.734	9.343.449
2025	35.182	9.464.002
2026	35.630	9.584.554
2027	36.078	9.705.107
2028	36.527	9.825.659
2029	36.975	9.946.212
2030	37.423	10.066.764
2031	37.871	10.187.317
2032	38.319	10.307.869
2033	38.767	10.428.421
2034	39.216	10.548.974
2035	39.664	10.669.526
2036	40.112	10.790.079
2037	40.560	10.910.631

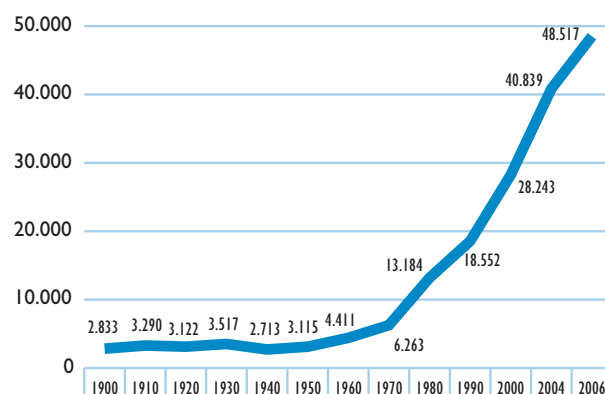
1.3 · La visión del transporte público en Valdemoro

José Luis Navarro y Ana Gamó, Servicios Técnicos Municipales de Valdemoro

Valdemoro es un municipio de unos 50.000 habitantes situado a 27 km al sur de Madrid. La evolución de sus usos del suelo desde el año 1994 es la siguiente:

- ▶ En el año 94, el casco urbano de Valdemoro era muy pequeño, se apoyaba en la antigua carretera nacional N-IV (hoy autovía A-4), que partía por la mitad su término municipal (es el único municipio de la Comunidad de Madrid al Sur que está partido por una autovía), y también existía una línea de cercanías de RENFE. En aquella época, el municipio tenía un esquema central y radial, basado en un casco urbano del que salían todos los caminos rústicos hacia las huertas o los cultivos de la zona. En 1994 se hace la primera planificación, y la primera intención es enlazar todos estos caminos antiguos apareciendo la primera idea de crear una circunvalación que uniese todos esos caminos intentando buscar puntos de conexión con la A-4, con la que solo había un punto de conexión. Esta idea ha tardado casi 10 años en realizarse, poniendo de manifiesto la necesidad de planificar con mucho tiempo de antelación.

Figura 15: Evolución de población en Valdemoro



- ▶ En el Plan General de Ordenación Urbana del año 1999 se aprueban crecimientos en torno al casco urbano que en la actualidad ya son realidades. En este año, la población de Valdemoro era de unos 27.000 habitantes, pasando a 50.000 habitantes en 2006, casi el doble. Sin embargo, entre 1987 y 1999, el crecimiento no fue tan acusado, pasando de 18.000 a 27.000.
- ▶ Valdemoro tiene más barreras aparte de la A-4 y del ferrocarril, que atraviesan el municipio; por un lado, se encuentra del tramo de la autopista radial de peaje R-4, que corta al municipio por el sur; al norte, la carretera M-506 y la línea de tren que van a San Martín de la Vega. No nos conceden ningún tipo de acceso, exactamente igual que en la R-4. Estas intervenciones hacen que, poco a poco, se vaya construyendo el territorio de Valdemoro. En este año, Valdemoro ya se considera una ciudad dormitorio de Madrid, donde el destino principal de los habitantes de Valdemoro es Madrid, siendo absolutamente perentorio utilizar la A-4 para entrar y salir del municipio, y también para llegar a la estación de ferrocarril. Existe una red de autobuses interurbanos que intenta resolver el acceso a Madrid, pero diariamente se somete a los atascos que se producen en la A-4 desde el municipio de Getafe hasta llegar a la glorieta de Atocha, ya en Madrid, donde tienen su terminal.
- ▶ En esta situación, la única opción que le queda a Valdemoro es seguir intentando potenciar la circunvalación de todo su municipio por el oeste e intentar seguir buscando la conexión con la estación de ferrocarril.
- ▶ Se consigue ejecutar un nudo Sur sobre la A-4, para acceder a la estación de ferrocarril, siendo el segundo punto de salida junto con el que ya había, y también se consigue hacer un paso inferior bajo la A-4 permitiendo que el primer cinturón de Valdemoro conecte con la estación de ferrocarril. Son, en definitiva, los logros producidos en el planeamiento de Valdemoro hasta 2004, año en el que se elabora el último Plan General (PGV-2004) y en el cual ya se aprecian otras realidades.
- ▶ En este PGV-2004 se han previsto varias zonas para construir unas 10.000 viviendas que, actualmente, están al 60 - 70% de su ejecución. Esto significa que la población seguirá aumentando, y se estima que para un horizonte de 8-10 años la población de Valdemoro sea de 100.000-120.000 habitantes, similar a lo que ahora puede tener la población de Volos. Este aspecto es el responsable de la idea de apostar por un transporte de calidad que permita mejorar la vida de los habitantes de Valdemoro, que permita recuperar la ciudad y que, en definitiva, promueva un futuro inmediato más sostenible.

Figura 16: Paseo de la Estación



En Valdemoro se pretende evitar que el vehículo privado se consolide en el futuro como medio fundamental de transporte. Actualmente la mayor parte de los viajes que se realizan internamente en Valdemoro son a pie o en vehículo privado, y se pretende que en un futuro próximo se pueda disponer de algún servicio público que disuada del uso del coche. Por otro lado, los aparcamientos en doble fila, la ocupación de los espacios peatonales por el automóvil, el aumento de contaminación, etc. son situaciones que se pretenden eliminar. Se quiere facilitar la movilidad para todos los sectores de la población (personas de movilidad reducida, usuarios cautivos del transporte público,...) y se quiere evitar que los tiem-

pos de viaje dentro del municipio sean muy elevados tanto para los usuarios del transporte público, que ahora mismo está basado en una red de autobuses, como para los usuarios del transporte privado.

Todos estos aspectos han llevado a la búsqueda de soluciones apostando por un transporte público de calidad que sea más atractivo que el actual y que permita mejorar la movilidad en general, reduciendo los viajes en vehículo privado. Para ello, el Ayuntamiento de Valdemoro inició una colaboración hace tres años con MINTRA, en la que también participó el CRTM. Se redactó un estudio alternativo para la implantación de una línea de metro ligero en el municipio de Valdemoro. Por su parte, el CRTM decidió incluirnos como ciudad representativa de ciudades de tamaño pequeño o mediano en el proyecto TranSURban.

Los objetivos a conseguir en el estudio de metro ligero que realizó MINTRA fueron:

- ▶ Aumentar la capacidad del sistema de transporte con un material móvil de metro ligero, con mayor capacidad que el autobús tradicional que existe actualmente en Valdemoro, y con la posibilidad de modular y ampliar capacidad.
- ▶ Mejorar la accesibilidad de todos los ciudadanos al transporte público, dotándolo de un mayor número de paradas en superficie que facilitan el acceso a todas las personas con problemas de movilidad, adultos con sillas de niños, personas mayores, etc.
- ▶ Mejorar los tiempos de viaje, asegurando la puntualidad y la rapidez mediante una plataforma reservada, dotándola con la mayor cobertura posible, combinando siempre el radio de influencia con los tiempos de viaje, buscando una distancia entre paradas intermedia, dotándolo también de mayor comodidad mediante un material móvil y una superestructura adecuados, reduciendo el ruido y el balanceo, etc.
- ▶ Facilitar la intermodalidad, asegurando el intercambio de la línea del tranvía con la estación de ferrocarril y con los autobuses interurbanos, mejorando así la relación con otros municipios.
- ▶ Mejorar la calidad ambiental de la ciudad con un sistema que no emita ruidos ni gases.
- ▶ Mejorar el espacio público, eliminando los vehículos de las calles al disminuir los viajes en coche y el número de autobuses.

En cuanto a la movilidad actual de Valdemoro, primeramente comentar que posee tres sistemas de transporte público.

El ferrocarril de **Cercanías (línea C-3)** entre Madrid y Valdemoro, aunque existen otros municipios grandes que producen cierta atracción sobre Valdemoro, como es el caso de Getafe, que también está servido por la línea C-3 de Cercanías. El tiempo de viaje desde Valdemoro hasta la estación de Atocha es de 27 minutos, y el tiempo de viaje hasta Aranjuez es de 15 minutos, sin embargo el 90% de los viajes que se realizan en esta línea son en sentido Madrid. La demanda diaria es de 10.000 viajes, con aproxi-

Figura 17: Simulación en la zona residencial de Valdemoro



Figura 18: Simulación en la estación de Cercanías de Valdemoro



madamente un 43% de subidas en la hora punta, entre 7 y 9 h de la mañana; en la hora punta de la tarde, de 7 a 8 h, se concentra el 11%, y el resto del día se va diluyendo.

En cuanto a los **autobuses interurbanos**, ha ido aumentando el número de líneas a medida que ha ido creciendo el municipio. En la actualidad existen 7 líneas, 4 de ellas tienen destino Madrid, una a San Martín de la Vega (al noroeste de Valdemoro), otra con Getafe y una con Torrejón de la Calzada (al este). Algunas de las líneas que van a Madrid también comunican con otros municipios como Getafe y Pinto al norte, y Ciempozuelos y Aranjuez al sur. Las líneas de mayor demanda son la 422 y la 423 que, conjuntamente, canalizan el 70% de la demanda total de los autobuses interurbanos con Madrid.

En cuanto a los **autobuses urbanos**, actualmente hay 7 líneas. En los últimos años se ha ido aumentando paulatinamente el número de líneas o se han prolongado, en función de los crecimientos poblacionales. Algunas de estas líneas sirven a los polígonos industriales del norte, y otras ya están sirviendo a los nuevos desarrollos urbanos. El casco antiguo de Valdemoro es prácticamente impenetrable por los autobuses porque tiene una configuración muy antigua, con calles estrechas y giros muy pequeños. De estas 7 líneas urbanas, 6 comunican con la estación de ferrocarril de Valdemoro. Las líneas con mayor demanda son la 1, la 2 y la 3. Los puntos de más afluencia de usuarios son el hospital, el centro de formación de la guardia civil, los polígonos industriales, los equipamientos del casco urbano y la estación de Cercanías.

Tabla 3: Características de las redes de autobuses de Valdemoro

LINEAS URBANAS				
	Trayecto	Longitud línea	nº expediciones/día	pasajeros/día
L 1	Circular (Estación - Ambulatorio - Estación)	5,9	67	3.152
L 2	Estación - El Restón	7,5	67	3.125
L 3	Circular (Avda. Andalucía - Estación - Avda. Andalucía)	7,9	66	1.778
L 4	Estación - Polígonos Norte	9,5	31	509
L 5	Estación - Pl. Rompecubas	11,0	31	701
			262	9.265

LINEAS INTERURBANAS				
	Trayecto	Longitud línea	nº expediciones/día	pasajeros/día
422	Madrid- Valdemoro	24,9	149	5.312
423	Madrid- Aranjuez	45,9	115	3.513
424	Madrid - Valdemoro (El Restón)	27,3	48	1.093
426	Madrid - Ciempozuelos	32,2	63	1.495
428	Getafe - Valdemoro	24,9	50	2.007
			425	13.420

Por lo tanto, el diagnóstico es que existe una importante oferta de transporte público en Valdemoro, hay una previsión de un fuerte aumento de población a medio y largo plazo (principalmente, población muy joven) y, en consecuencia, será necesario dotar de transporte público a las nuevas zonas de crecimiento de la ciudad para evitar que estas nuevas zonas basen su movilidad solamente en el

transporte privado. En este sentido, se hizo un estudio de alternativas de metro ligero como un sistema competitivo de elevada velocidad comercial, con gran cobertura y que mejorará las condiciones ambientales de la ciudad.

Las características de las propuestas son:

- ▶ plataforma reservada
- ▶ alta velocidad comercial, en torno a los 20-30 km/h
- ▶ buena accesibilidad, con paradas en superficie cada 400-500 m
- ▶ accesibilidad para personas de movilidad reducida
- ▶ intercambio con el ferrocarril de Cercanías y los autobuses urbanos
- ▶ trazado urbano con posibilidad de ampliación con nuevos tramos y de conexión con otras redes de otros municipios, a través de corredores reservados

Con estas particularidades se pretende que la utilización de este modo de transporte sea muy atractiva y consiga atraer parte del tráfico en transporte privado hacia la utilización de esta línea.

Los criterios de diseño son idénticos a los metros ligeros de Boadilla, Pozuelo y Las Tablas, es decir, ancho UIC y material móvil ALSTOM CITADIS.

Se conseguirá una integración ambiental por la que Valdemoro está bastante preocupado. Un vehículo de metro ligero tiene la capacidad de 3 autobuses o de 165 vehículos privados, por tanto, su introducción reduciría la presencia de vehículos en la vía pública. Además, se mejoraría el paisaje urbano y esto permitiría la reorganización de partes de la ciudad más antiguas.

Para el estudio de alternativas, se generaron 6, con diferentes trazados. Según caracterización demográfica, oferta y demanda, se estudiaron varios escenarios y se situaron varios corredores.

La alternativa seleccionada por el estudio parte de la estación de Cercanías y conecta con los autobuses interurbanos, vertebrándose a lo largo de los principales ejes viarios de la ciudad. Conecta todas las zonas residenciales con equipamientos, servicios y el futuro hospital, ahora en construcción. El trazado discurre en superficie, salvo un tramo en túnel en el cruce con la A-4. Las paradas son de 45 m de longitud para trenes de 30 m y los andenes son de 3 m de ancho. La distancia media entre paradas se prevé de 500 m aproximadamente. La integración urbana es completa, con plataforma reservada sin barrera física. El sistema es de vía doble electrificada, con frecuencias estimadas en 7,5 minutos por sentido.

2· Segunda sesión: Actuaciones de Metro Ligero en Europa

2.1 · Tranvía de Vélez-Málaga (España): Primera actuación en la Comunidad Autónoma de Andalucía

Abel López, Gerente de Proyectos y Obras, Ente Público de Gestión de Ferrocarriles Andaluces

Ferrocarriles de la Junta de Andalucía es una entidad pública que depende de la Junta de Andalucía y que se encarga de gestionar todo lo relativo a los ferrocarriles dentro del ámbito de la Comunidad Autónoma.

Sus funciones y objetivos son los siguientes:

- ▶ Policía y tutela sobre el dominio público y el servicio ferroviario.
- ▶ Control de calidad y capacidad de los servicios.
- ▶ Vigilancia en el cumplimiento de las cláusulas y condiciones impuestas en el acto de otorgamiento de las concesiones y autorizaciones.
- ▶ Aprobación anual de las tarifas aplicables a los servicios.
- ▶ Materialización de las condiciones económico-financieras de la concesión.
- ▶ Autorización de modificaciones en las características de los servicios ferroviarios.
- ▶ Inspección de instalaciones y servicios ferroviarios.
- ▶ Adopción de medidas disciplinarias y ejercicio de potestad sancionadora.
- ▶ Cooperación con las autoridades competentes en materia ferroviaria.

Además, esta entidad es responsable de todas las concesiones públicas que se están llevando a cabo en Andalucía, y en otras actuaciones también está ejecutando directamente la obra con la intención de explotarlas directamente.

Figura 19: Actuaciones ferroviarias en marcha en Andalucía



Entre las actuaciones que tiene en marcha en la actualidad se encuentran la concesión del metro de Sevilla y la concesión del metro de Málaga, ambas en fase de construcción. La actuación de Granada va a tener un modelo diferente; ya se han iniciado los concursos y, recientemente, se ha adjudicado la primera obra para la ejecución de un metro ligero concesionando únicamente la explotación. En la Bahía de Cádiz se está llevando a cabo el

tren-tran que une las poblaciones de Chiclana de la Frontera con San Fernando, y que también tiene una prolongación hasta la propia ciudad de Cádiz, a través de la línea ferroviaria de alta velocidad Sevilla-Cádiz. Además del metro de Málaga, en esta provincia hay otras dos actuaciones importantes denominadas ferrocarril de la Costa del Sol, una hacia oriente y otra hacia occidente. La rama de occidente consiste en un tren de altas prestaciones que unirá Málaga con Fuengirola y Estepona, y la rama de oriente se trata del tren-tran que une la población de Vélez-Málaga con Málaga capital.

Los estudios previos a la implantación del tranvía, para ver si era factible la implantación de un metro ligero en superficie, llevaron a estudiar las experiencias existentes tanto en España como en el resto de Europa, y la realidad era que en los últimos años se habían puesto en marcha unos 53 metros ligeros en toda Europa, siempre en poblaciones de más de 200.000 habitantes. Es entonces cuando surge la pregunta de si este medio de transporte sería factible para ciudades menores de 100.000 habitantes. En algunos casos como en Mallorca, en Alemania, en Portugal y en Austria sí estaban funcionando. Entonces, por qué no podría funcionar en Vélez-Málaga y ser un ejemplo en Andalucía.

Vélez-Málaga es una población que está a unos 45 km de Málaga, en la costa oriental de ésta. Es la capital de una importante comarca que se denomina Axarquía, y su superficie es de unos 160 km². Esta actuación también es muy importante desde un punto de vista político, ya que Vélez-Málaga tiene varios núcleos de población con un total de 65.000 habitantes (aumentando enormemente en época estival) de los cuales, tan solo un 45-50% residen en el núcleo principal, que es Vélez-Málaga. Además, tiene una especie de pedanía justo en la costa, cuyo núcleo más importante es Torre del Mar, con 15.000 habitantes.

Vélez-Málaga acoge todas las actividades cotidianas de cualquier municipio (comerciales y administrativas), mientras que en Torre del Mar se encuentran todos los desarrollos urbanísticos, concentrando el sector servicios: hoteles, apartamentos, restaurantes, bares... Desde hace tiempo, existía una necesidad política de conectar Vélez-Málaga con Torre del Mar ya que, desde un punto de vista político-administrativo, estaban empezando a separarse. A lo largo del eje sobre el que discurre la línea, se han empezado a desarrollar paulatinamente, creando zonas residenciales, el hospital comarcal de la Axarquía, en el que el tranvía tiene una parada, un centro comercial y centros deportivos. La vía principal sobre la que se articula el tranvía es la Avenida Juan Carlos I que, en verano, tiene una IMD de 14.000 vehículos, siendo el resto del año de 10.000.

Antes de la implantación del tranvía existía una línea de transporte público entre Vélez-Málaga y Torre del Mar cuyo concesionario era Alsina Graells, que con 45 circulaciones por sentido y una frecuencia de 20 minutos movía en torno al millón de viajeros anuales. Esta línea tenía una fuerte estacionalidad, en torno al 40%.

La longitud del trazado es de 6 km, divididos en dos fases. La primera fase es la que se encuentra en explotación, y la segunda fase actualmente está en construcción. En total tiene 12

Figura 20: Trazado de la línea de metro ligero de Vélez-Málaga



paradas, con una distancia de entre 340 y 1.040 metros. Tal vez, 1.040 m resulta una distancia excesiva para un sistema tranviario pero viene justificado por el terreno por el que va circulando. La velocidad del material móvil es de 50 km/h en tramo urbano, y de 70 km/h en tramo interurbano. El ancho de vía es internacional, UIC, y los radios son en torno a 30 metros. La tensión es de 750 voltios y la rampa máxima es de un 6%.

Una de las características más importantes que tiene esta actuación es que la vía no es estrictamente tranviaria tal y como se concibe. Así, en la primera fase hay dos tramos de vía en placa con carril de garganta, como tradicionalmente ocurre en el sistema tranviario; sin embargo,

Figura 21: Montaje de vía en balasto (Fase I). Zona La Pañoleta



Figura 22: Montaje de vía en placa (Fase I)



hay una zona central que es vía sobre balasto, lo que ya no es tan normal. Probablemente, en los años 1998-2000, en los que se desarrolló esta idea, se tomó esta decisión para aminorar costes, aun a sabiendas de que en un futuro no muy lejano habría que cambiarlo para darle un aspecto más urbano, y que fuese vía en placa. Por tanto, hay 2 kilómetros en la primera fase que se desarrollan en vía sobre balasto; en la segunda fase, es todo vía en placa. También hay que destacar que existe un tramo en Torre del Mar y otro en Vélez-Málaga que son en vía única, lo que obliga a tener enclavamientos ferroviarios. En la segunda fase se arranca con vía única y se llega hasta el final con doble vía.

El sistema de vía que se ha adoptado es Thyssenkrupp, que asegura una capacidad de absorción de ruidos y de vibraciones, sobre todo de vibraciones, importante. A pesar de esto, en algunas zonas también se ha dispuesto de manta elastomérica de doble capa en la base de 15+16 mm, y en los laterales de 15 mm.

El material móvil es un material novedoso en el mercado, es material de CAF. Éste es el material que estaba previsto y que compró el concesionario del metro de Sevilla para ponerlo en funcionamiento en el metro de Sevilla, pero que debido al retraso de las obras se ha puesto en funcionamiento aquí. Tiene 2,65 metros de ancho, 100% piso bajo y capacidad para unas doscientas cincuenta y tantas personas entre de pie y sentado y 32 metros de longitud. El material móvil es muy novedoso, es la primera vez que CAF fabrica este material y lo estamos probando.

El tramo de la Avenida Juan Carlos I es un tramo singular por ser de plataforma compartida con el vehículo privado, el cual puede pisar la plataforma e ir delante o detrás del tranvía.

El transporte público en el municipio de Vélez-Málaga es responsabilidad exclusiva del Ayuntamiento, fruto de un convenio entre el Ayuntamiento de Málaga y la Junta de Andalucía.

El presupuesto total de la ejecución de la obra de ambas fases es de unos 30 millones de euros, con la siguiente distribución:

- ▶ Fase 1: UTE Vías-ACS (22,54 M€)
- ▶ Fase 2: Dragados (6,93 M€)
- ▶ Proyecto y Dirección de Obra: UTE Sener-Pereda

La obra que entregó la Junta de Andalucía al Ayuntamiento de Vélez-Málaga incluye infraestructura, superestructura de vía, electrificación, instalaciones de seguridad, control y comunicaciones, talleres y cocheras, pero no el material móvil.

El Ayuntamiento decidió sacar un concurso de **concesión** para la gestión del transporte público urbano de viajeros en Vélez-Málaga. Antes del concurso había 3 líneas de autobuses, una línea que unía Málaga con Torre del Mar, otra línea que iba hacia el oeste de Vélez-Málaga y otra línea que iba hacia una pedanía situada al este de Vélez-Málaga; al sacar este concurso, el adjudicatario tenía que comprometerse a explotar, además de la línea tranviaria, estas tres líneas de autobuses y comprar material móvil para el tranvía de Vélez-Málaga, con

Figura 23: Material móvil (línea Vélez-Málaga)



Figura 24: Vía en placa terminada (Torre del Mar)



Figura 25: Avda. Juan Carlos I



lo cual la tarifa técnica exclusivamente tendría que amortizar la explotación y la compra del material móvil, ya que la infraestructura no necesitaba amortización de ningún tipo.

El adjudicatario final de la concesión ha sido TRAVELSA (Tranvía de Vélez S.A.), que es una UTE entre ALSINA GRAELLS - CONTINENTAL RAIL - SANDO, y que casualmente era el explotador de las líneas de autobuses. El plazo de la concesión es de 25 años, con un compromiso de mantener las tres líneas de autobuses existentes más la línea de tranvía. En cuanto al material móvil, se han comprado dos unidades de CAF, más una tercera que está en reserva, todas 100% piso bajo, 2,65 m de ancho y 275 plazas (221 de pie y 54 sentadas). Según el pliego de la concesión, el Ayuntamiento garantizaba un millón cien mil viajeros con un crecimiento anual de un 2% durante los diez primeros años. La tarifa técnica para todo el sistema, tanto autobuses como tranvía, es de 1,42 euros por viaje, y el tramo que soporta el viajero es de 1,30 euros (aunque ahora mismo se ha reducido a 1 euro para promocionar el tranvía). Además, existe una compensación a la Administración, que no es muy rentable ni para el propio Ayuntamiento, que consiste en que cuando la demanda sobrepase un 25% sobre el millón cien mil ofertados, o sea 1.365.000 viajeros, la tarifa técnica se reduce en un 25%.

En cuanto a la **explotación**, aún hay muy pocos datos ya que, oficialmente, la explotación empezó el 18 de octubre de 2006, aunque en realidad se ha estado en periodo de pruebas. Según una noticia de prensa del 22 de noviembre, se conoció el dato de que la demanda del transporte público era de 2.500 – 3.000 viajeros diarios, de los cuales el 50% utilizaba el tranvía.

Figura 26: Redes ferroviarias en el entorno de Málaga y Vélez-Málaga



El hecho de que sea la misma empresa la que explota autobuses y tranvía, la intermodalidad en tramos comunes está garantizada: existe billete único y los horarios están coordinados entre los autobuses y el tranvía, en particular, en la línea que une Vélez-Málaga con Torre del Mar, en la que el autobús sirve de refuerzo para cubrir las puntas que no puede mantener el tranvía.

En cuanto a la red de Metro de Málaga, ahora mismo están la concesionadas y ejecutándose las obras de las líneas 1 y 2, mientras que en la línea 3 (que va desde el Palo, un barrio de Málaga, hasta el Rincón de la Victoria) el proyecto está finalizado, y recientemente se ha sacado a concurso la operación de proyecto y anteproyecto en construcción para conectar la línea 3 en el Rincón de la Victoria con el tranvía de Vélez-Málaga a Torre del Mar, mediante un tren-tran. Esta actuación tiene mucha importancia ya que acrecienta aún más el valor de la actuación del tranvía de Vélez-Málaga. Este tren-tran, desde el punto de vista urbanístico, pretende ponerse en funcionamiento no sólo como medio de transporte entre Málaga capital y Vélez-Málaga, sino también con todos los municipios y poblaciones que hay en su entorno, de manera que sirva como un eje articulador de un desarrollo urbanístico, con un gran bulevar y amplios espacios verdes.

2.2 · Tranvía de Valenciennes (Francia)

Isabelle Chapu, Responsable de Marketing de Transvilles

El área metropolitana de Valenciennes está constituida por 75 municipios, con una superficie de 600 km² y 343.000 habitantes. Valenciennes se encuentra en el noreste de Francia, prácticamente en la frontera con Bélgica. Se trata de una ciudad mediana, con un centro urbano que alberga 43.000 habitantes y una baja densidad de población. Generalmente en Francia se suelen hacer líneas de tranvía en ciudades más grandes, y por ello, resulta una novedad.

La autoridad de transporte urbano es SITURV (Syndicat Intercommunal pour les Transports Urbains de la Région de Valenciennes) que es quien elabora la política de transporte urbano y el Plan de Desplazamiento Urbano (PDU) y, por tanto, recibe el "Versement Transport", que es una ayuda que permite financiar los transportes, y que en el caso de SITURV asciende a 32 millones de euros anuales.

Transvilles, es el operador del sistema de transporte público del área metropolitana de Valenciennes; se encarga de los autobuses, el tranvía, los aparcamientos de disuasión, los servicios para PMR, y del "Taxivan", que es un transporte a la demanda. Es una sociedad anónima de capital mixto entre la empresa TRANSDEV y SITURV desde 1979. El servicio de transporte está en concesión, con un plazo de 9 años, 2000-2009. La plantilla es de 500 personas y la flota está compuesta por 172 autobuses, de los cuales 48 son articulados.

TRANSDEV, uno de los accionistas de Transville, es un operador de transporte privado que trabaja en varios países (España, Portugal, Francia, Alemania, Inglaterra, Italia y Austria) gestionando tanto redes de autobuses como de tranvías. Sus principales implantaciones son en

Londres, Nottingham, Nantes, Estrasburgo, Orleans, Valenciennes, Montpellier, Grenoble, Ginebra y Melbourne. La flota que gestiona tiene 9.000 autobuses y 1.000 tranvías/metros ligeros, con una plantilla de 26.000 personas y un volumen de negocio de 1.500 millones de euros. Dentro de la Península Ibérica, TRANSDEV es el operador del metro ligero de Oporto, del tranvía de Tenerife y es un socio operador del metro ligero de Pozuelo y de Boadilla del Monte de Madrid.

Antes de la puesta en marcha del tranvía en Valenciennes (2005), Transvilles tenía 37 líneas de autobuses, quedando reducidas a 13 líneas los domingos y festivos. La cobertura era de 5 a 21 horas, y la demanda de 17,9 millones de viajes al año, lo que supone una media de 52 viajes por habitante al año.

Desde julio de 2006, la red ha cambiado y ahora permite complementariedad y conexión entre todos los modos de transporte. Esta complementariedad es posible gracias a los trenes de cercanías, el tranvía (con una línea que se va a ampliar en 2007), 8 líneas de autobús con alto nivel de servicio, 31 líneas de autobuses “clásicos”, un servicio a la demanda “Taxival”, un servicio de transporte especial para las PMR, y 4 aparcamientos de disuasión. La implantación del tranvía ha permitido incrementar enormemente la oferta e irá aumentando más con la ampliación de la línea, teniendo finalmente 10.000 km de oferta anual más en 2007 (un 8,7% más).

Figura 27: Trazado de la línea de tranvía de Valenciennes



La línea del tranvía discurre entre la Universidad y Dutemple. En la Universidad tiene tres paradas, después atraviesa zonas comerciales, pasa por el centro de la ciudad, por la estación de ferrocarril (que es un punto de intercambio con los autobuses), y permite llegar a un área donde se van a construir nuevas viviendas y comercios. En total tiene 9,5 km de longitud y atraviesa cinco municipios; tiene 19 paradas y la distancia entre cada una es de unos 500 metros; la flota está constituida por 21 tranvías, lo que ha necesitado una inversión de 240 millones de euros (con una ayuda del Estado de 41 millones de euros). La línea da servicio a 51.300 ciudadanos y su construcción ha permitido la generación de 800 nuevos puestos de trabajo.

En el año 1994 se comenzaron los primeros estudios de la implantación del tranvía y ha pasado más de 10 años hasta que se ha puesto en funcionamiento, en junio de

2006. Esto se ha producido debido a una serie de dificultades en la toma de decisiones pero, una vez tomadas, su construcción ha sido bastante rápida, empezando las obras en 2003 y terminando en abril de 2006, con la inauguración oficial en junio.

El material móvil es del modelo Citadis 302, con unas dimensiones de 33 m de largo y 2,40 m de ancho. El diseño, tanto del material móvil como de las paradas, ha sido hecho especialmente para Valenciennes, y en él ha intervenido la sociedad *And Partenaires*, que ha sido ganador de un premio de diseño del Instituto Francés de Diseño, llamado “Janus de la cité”.

Figura 28: Material móvil del tranvía de Valenciennes



El interior de los tranvías es bastante luminoso, atractivo, accesible y cómodo. Merece la pena comentar que se ha trabajado conjuntamente con diferentes asociaciones para conocer las necesidades de los clientes, así como para lograr una buena interacción entre los diferentes modos de transporte. La capacidad de los coches es de 212 pasajeros, 48 plazas sentadas y 164 de pie, está provisto de aire acondicionado, video-vigilancia y piso bajo integral para permitir el acceso a toda la población.

La construcción del tranvía ha cambiado la configuración de Valenciennes; se han hecho nuevos pasos elevados, se ha logrado una integración total con el diseño urbanístico, el 80% de la plataforma tranviaria es con hierba, se ha cambiado el sentido de algunas calles, y se han peatonalizado otras muchas.

Ya está en marcha la futura ampliación a Denain con 8,5 km, 7 nuevas paradas y una frecuencia estimada de 10 minutos en días laborales. La puesta en servicio está prevista para julio de 2007, y permitirá recorrer Denain-Valenciennes en 20 minutos. El coste total de la ampliación es de 69 millones de euros y habrá 20.000 nuevos habitantes servidos.

La puesta en marcha del tranvía, como se ha dicho anteriormente, ha cambiado a la ciudad de Valenciennes. Se ha adoptado el lema de “Nueva red, nuevo servicio”, con el fin de hacer del tranvía el modo de transporte de los habitantes de esta ciudad, intentando que la gente deje su coche para coger el tranvía. Para ello, se han construido 4 aparcamientos de disuasión a lo largo de toda la línea:

- ▶ Saint-Waast: 105 plazas
- ▶ Anzin Hôtel de Ville: 220 plazas
- ▶ Nungesser: 280 plazas
- ▶ Université: 225 plazas

Figura 29: Futura ampliación a Denain



Figura 30: Campaña de comunicación del tranvía de Valenciennes



También hay nuevos servicios para los clientes: se ha creado un centro de información al cliente (PIC) en tiempo real de las posibles incidencias que haya en la línea, con atención telefónica de 7 de la mañana a 7 de la tarde; asimismo existe una página web (www.transvilles.com) con información sobre horarios, rutas, etc.

Se ha puesto en marcha un servicio de final de tarde, de 21:30 a 23:30, que consiste en un servicio de tranvía cada 30 minutos, complementado con un servicio de autobús cada hora.

En cuanto a la oferta de la línea de tranvía, la frecuencia es de 5 minutos en horas punta y de 10 minutos en horas valle; por la noche, la frecuencia es de 20-30 minutos.

El proceso de comunicación y publicidad para promocionar el tranvía ha sido muy importante. Se han hecho numerosas campañas desde Transvilles, tanto de promoción como de información: se ha creado un bono que reduce el precio de la entrada del cine si uno va en tranvía; otro incentivo es la vuelta gratis si se va a la bolera en tranvía y se come allí.

Figura 31: Tranvía de Valenciennes (Francia)



El tranvía se trata de un proyecto de movilidad y, por tanto, está incluido en el PDU. Los objetivos del PDU para el año 2010 son:

- ▶ aumentar en un 30% el uso del transporte público
- ▶ incrementar en un 10% el uso de la bicicleta
- ▶ aumentar en un 10% los desplazamientos peatonales
- ▶ conseguir que en los nuevos desarrollos el espacio dedicado al automóvil no sea superior al 50% del viario

La línea de tranvía es totalmente accesible y, en tan sólo 3 meses, el 36% de la demanda de transporte público usa el tranvía hoy. Actualmente, la demanda del tranvía de Valenciennes es de 24.000 viajeros/día, previsible dado el tamaño de la ciudad. Para el 2009 se tiene previsto mejorar en un 30% la demanda de la línea y tener 23,4 millones de viajes al año.

Por último, entre las claves del éxito se encuentran unos objetivos definidos y claros en cuanto a la política de movilidad, favoreciendo los sistemas de transporte menos contaminantes; tener un proyecto de transporte de ciudad, no sólo de infraestructura; pasar por los puntos clave del municipio, las zonas céntricas (calles mixtas: de peatones y tranvía), las zonas de mayor demanda y las zonas de futuros desarrollos urbanos; finalmente, es muy importante la implicación y experiencia del operador en el proyecto.

2.3 · Tranvía de Linz (Austria)

Gerd Sammer, Instituto para Estudios de Transporte (BOKU-ITS), socio del proyecto

Linz se encuentra entre las ciudades de Munich, Viena y Praga. Se trata de una ciudad de tamaño medio, con unos 200.000 habitantes, mientras que en su área metropolitana viven más de 400.000 personas. Tiene una superficie de 96 km² y es la capital de la provincia austriaca de Upper-Austria.

El sistema de transporte público urbano consiste en distintos modos:

- ▶ metro ligero y tranvía, con una red de 18,9 km de longitud que actualmente se está ampliando;
- ▶ trolebús, con una longitud de la red similar a la del tranvía, 18,7 km;
- ▶ autobús, con una red muy extensa, de más de 120 km de longitud.

Además de estos tres modos prioritarios, existe en Linz un sistema de taxi a la demanda, que también permite utilizar el billete integrado. Esta particularidad hace que este sistema de transporte sea muy bueno. Por último, hay también 6 líneas de tren regionales que, en parte, son líneas de metro ligero.

En cuanto a la red viaria, tiene más de 530 km, y su característica más importante es que una cuarta parte de esta red posee carril bici (115 km), aspecto que favorece enormemente la bicicleta como medio de transporte. También es posible combinar la bici y el tren, al poder dejar las bicicletas en la estación y después coger el transporte público.

La distribución modal de Linz es de un 24% para el transporte público, un 50 % para el coche, un 5% para la bicicleta y un 22% peatonal. El índice de motorización es elevado, ya que la mitad de la población de esta zona tiene un coche (491 coches/1.000 habitantes).

En los últimos 10 años, ha habido un gran cambio en la red de tranvía del interior de la ciudad. Antes solamente una línea paraba en la estación de tren y, sin embargo, ahora todas las líneas tienen una conexión con la esta-

Figura 32: Vista del ámbito urbano de Linz



Figura 33: Transición de entrada al túnel de la estación central



Figura 34: Adaptación de la plataforma cuando el espacio es limitado



ción de tren, con lo cual la intermodalidad es mucho mejor. Se ha aumentado la frecuencia, disminuyendo a 6 minutos el intervalo de paso, y se ha renovado el material móvil con unos vehículos de tranvía de piso bajo.

Una parte muy importante del proyecto que se va a estudiar en TranSURban es el rediseño de la estación principal de tren, optimizando de esta manera la intermodalidad entre el transporte regional y el urbano y también facilitando la intermodalidad con las bicicletas y con los coches.

Figura 35: Extensión del tranvía de Linz a Ebelsberg



Figura 36: Extensión del tranvía de Linz a Solar City



Figura 37: Estación de Solar City



En este nuevo intercambiador se han integrado también la estación central de autobuses y la parada de tranvías, que están justo debajo del tren, lo que permite un acceso muy directo entre las vías de tren y las vías de tranvía.

El proyecto ha tenido un enfoque muy global, es decir, al mismo tiempo se invirtió mucho en la infraestructura y en la planificación urbana, de manera que se ha regenerado toda la zona alrededor de la estación.

También se ha ampliado el tranvía a Ebelsberg, que es una zona residencial al sur de la ciudad, con un desarrollo intenso, con una prolongación de 3,7 km de longitud. Se inauguró en el año 2002, y supuso una inversión de 28 millones de euros.

Otra ampliación de esta línea de tranvía fue a Solar City, la Ciudad Solar, que es un nuevo centro suburbano cuyo objetivo es ser respetuoso con el medio ambiente, es decir, que sea una ciudad que tuviera un consumo energético menor de lo habitual.

La estación principal de ferrocarril es el nuevo centro de Transporte Local, en el que hay también un gran centro comercial integrado, es decir, que la estación de tren no tiene solamente una función de transporte público, sino que además es un lugar de compras y un punto de encuentro para los jóvenes. Junto al edificio principal hay un nuevo centro administrativo del gobierno provincial. Todo el mundo puede acudir desde todos los puntos de la provincia en media hora a este punto administrativo. Como se ha comentado anteriormente, también está integrada la terminal de autobuses y la parada del tranvía.

Una de las grandes ventajas de este proyecto es que se ha visto apoyado por numerosos inversores en esta zona. Para el año próximo, existe un plan para construir una oficina del ferrocarril (Torre de la Estación) y una biblioteca (Torre del Conocimiento).

Tabla 3: Costes de inversión de la integración del tranvía en la estación de tren

	Millones de euros
Estación de ferrocarril	42,5
Andenes y ferrocarril regional	46,8
Tranvía subterráneo	70,0
Centro de administración provincial	140,0
Torre del Conocimiento	24,0
Torre de la Estación	50,0
TOTAL	373,7

En definitiva, se han gastado 160 millones de euros en infraestructuras de transporte y unos 240 millones de euros en otras inversiones.

El hecho de ser un proyecto integrado hace que tenga un impacto sobre el conjunto de toda la ciudad.

Entre los proyectos futuros que se plantean destacan:

- ▶ La extensión del tranvía hacia Harter Plateau, en el suroeste, con un total de 7-8 km de longitud y un coste de 200 millones de euros; está previsto comenzar la operación para el año 2009.
- ▶ Están planificadas unas ampliaciones del tranvía a unas zonas suburbanas llamadas Wegscheid y Pichling.
- ▶ También está proyectada una nueva ampliación de la ciudad que será atendida con un nuevo servicio S-Bahn (ferrocarril regional) desde la parte noroeste hasta el centro de la ciudad, en la estación principal.
- ▶ Una conexión con Pregarten (noroeste) mediante metro ligero.

Por último, comentar la evolución de la demanda del transporte público desde 2003 a 2005. En los tres últimos años hay un aumento del 30% de usuarios para el tranvía. Parte de ese aumento lo perdió el servicio de autobuses, modo que sufre un descenso de 24%. Sin embargo, los trolebuses ganaron algo de cuota (4%) y los taxis se multiplicaron más del doble (158%).

Figura 38: Nuevos tranvías de Linz**Figura 39: Nueva estación central en Linz****Figura 40: Interior de la nueva estación central de Linz**

Coloquio sobre las sesiones 1 y 2

P · Héctor Corazzini, de Tekia Consultores. La pregunta, para Carlos Cuadrado, es: ¿Cómo se puede garantizar en la práctica la restricción de 3,5 viajeros por metro cuadrado en la concesión del tranvía?

R · Carlos Cuadrado. Se puede garantizar perfectamente una ocupación máxima de 3,5 viajeros por metro cuadrado ya que el Consorcio Regional de Transportes va a supervisar continuamente, al igual que lo hace con las líneas de metro y de autobuses en Madrid, las ocupaciones reales de los trenes. Además, la autoridad concedente penalizará si se sobrepasan estos límites, pudiendo también obligar a comprar material móvil nuevo para dar una mejor calidad de servicio.

P · Héctor Corazzini, de Tekia Consultores. Otra pregunta es ¿cuándo poner metro ligero y cuándo poner línea de autobús? En el caso de Valenciennes, se ha hablado de líneas de autobuses de alta demanda, ¿por qué no ha puesto más líneas de autobuses de alta demanda y sí tranvía?

R · Isabelle Chapu. En Valenciennes hay un eje con alta demanda de transporte público, y la red está organizada en cuatro polos. La calle central por la que pasa el tranvía es una calle peatonal, en la que resultaría muy complicado poner 8 líneas de autobuses pasando cada diez minutos, ya que se trata de autobuses articulados que son más anchos que el tranvía y ocupan más espacio. Sin embargo, con el tranvía se ha mejorado el centro y ha significado un proyecto de ciudad: tener una plataforma con 80% de césped con un autobús no es posible, ya que el autobús tiene que ir en asfalto. Por otro lado, la puesta en marcha del tranvía ha supuesto la renovación de una antigua plataforma ferroviaria, aspecto que ha puntuado favorablemente al tranvía frente al autobús.

R · Gerd Sammer. En relación al autobús y el tranvía, uno de los resultados del proyecto de Linz fue que la integración del tranvía (mediante un enlace subterráneo) en la estación de tren, comparado con la integración de la terminal de autobuses tiene mucho más impacto sobre la regeneración urbana, siendo un aspecto muy importante y dando más sentido al enlace del tranvía.

P · Pedro Puig Pey, de ETT Consultores. La pregunta versa sobre la aceptación por parte de los ciudadanos del sistema de tranvía en España, y particularmente en Madrid, ya que existe una situación especial debido a que las instancias políticas municipales muchas veces han considerado los metros ligeros como una degradación del metro, exigiendo metros pesados cuando ni siquiera había demanda para justificar esos metros pesados. En otras ciudades medianas y pequeñas españolas, donde no existe tradición de tranvías, ha costado mucho convencer al ciudadano que la puesta en marcha del tranvía no era introducir un ferrocarril en la ciudad sino que suponía unas mejoras para la aglomeración urbana y en cuanto a la calidad del espacio que

atravesaba. En algunos países, como Austria, la experiencia del tranvía está muy asumida, pero en otros son necesarias numerosas reuniones para poder lanzar y desarrollar el tranvía (2.400 reuniones en Burdeos). En esta línea, ¿cuál es la apreciación de los ponentes sobre la aceptación ciudadana del tranvía?

- R · **Isabelle Chapu.** En Valenciennes, antes del proyecto la gente tenía miedo, sobre todo los comerciantes, y estaban en contra del proyecto. Hoy es completamente diferente. El tranvía da otra dimensión a la ciudad; toda la ciudad ha cambiado desde un punto de vista urbano, y también comercial. Valenciennes está muy cerca de Lille, una ciudad bastante importante a la que la gente solía ir para hacer sus compras y sus actividades de ocio; ahora, con el tranvía, la gente se queda en Valenciennes y realiza sus actividades de compras y ocio en la ciudad, ya que paralelamente a la implantación del tranvía, se han construido varios centros comerciales haciendo que la ciudad sea más atractiva.
- R · **Carlos Cuadrado.** El sistema tranviario no es un sistema nuevo, sino que ya se ha implantado en muchas ciudades en España y en otras ciudades europeas. Los tramos en superficie de la línea de Sanchinarro y Las Tablas están perfectamente integrados en la zona y no deben causar ningún problema a los vecinos y, de momento, no se conoce la existencia de ningún tipo de rechazo por parte de los vecinos que van a ocupar los PAU's en desarrollo.
- R · **Manos Vougioukas.** El tema de campaña publicitaria y sensibilización es muy importante, especialmente para las ciudades de tamaño pequeño y medio, que no tienen tanta experiencia con los sistemas de transporte más modernos. Estos nuevos sistemas van a generar algún tipo de problema u hostilidad y, por tanto, la población debe recibir información suficiente. En el caso de Volos, Grecia, como parte del proyecto se está llevando a cabo un estudio de marketing y de publicidad con el fin de que las autoridades municipales tengan los medios necesarios para lanzar este tipo de campaña. Es muy importante encajar estas campañas con las fases de implantación de los sistemas de transporte nuevos, con el objetivo de convencer a los ciudadanos y otros grupos de interés y conseguir el consenso necesario para implantar el sistema.
- R · **Gerd Sammer.** No sólo es importante decir que el tranvía es un sistema de transporte novedoso, sino que además hay que informar que se trata de un sistema de urbanización que ayuda a que la ciudad sea más interactiva. Cualquier campaña de sensibilización o de información se empieza preguntando a la gente acerca de sus preocupaciones, problemas, etc. para así hacer una campaña bien dirigida y que les dé la información adecuada.

P · John Carr. Consultor de Transporte Público. La pregunta va dirigida a los ponentes de Valenciennes y Málaga. ¿Existe un aumento del uso de los autobuses en paralelo al uso de los tranvías?

- R · **Isabelle Chapu.** En Valenciennes, el proyecto se ha hecho pensando también en el sistema de los autobuses. No se trata de considerar separadamente el tranvía y los autobuses, sino que debe haber una integración. El tranvía es la espina dorsal de la nueva red, y ambos modos funcionan juntos. La puesta en marcha del tranvía también ha supuesto la mejora del servicio de autobuses. Por tanto, es importante que trabajen juntos el operador y la Administración.

- R · **Abel López.** En el caso de Vélez-Málaga, antes de la llegada del tranvía ya existían 3 líneas de autobuses funcionando, una de ellas con el mismo recorrido. Lo que se le ha pedido al concesionario, que es el explotador de las tres líneas de autobuses y del tranvía, que completamente mediante autobuses la frecuencia o la demanda que no es capaz de cubrir el tranvía en ciertos horarios. De manera que no se trata de competir, sino de complementarse.
- P · **Francisco Gutiérrez, del CRTM. La pregunta va dirigida a los ponentes de Valdemoro. ¿Cómo se va a financiar el tranvía de Valdemoro? ¿Han pensado en algún tipo de financiación, quizá un sistema parecido al empleado en el tranvía de Parla, mediante plusvalías generadas por el incremento de población? Bien es verdad que Parla está duplicando su número de viviendas, pero podría ser una posibilidad de financiación, con cargo a estos grandes crecimientos urbanos.**
- R · **José Luis Navarro.** La estimación que tenemos del coste del proyecto es de unos 200 millones de euros. Valdemoro está invirtiendo en nuevas conexiones por carretera o mejora de las existentes con el mismo mecanismo que Parla, soportado por los nuevos crecimientos. Sin embargo, no es posible en estos momentos conocer la aplicación de dichos sistemas de financiación al tranvía de Valdemoro.
- P · **Carlos Cristóbal, del CRTM. La primera pregunta versa sobre la prioridad semafórica. ¿Cómo es esta prioridad para los cruces a nivel con los coches?**
- R · **Abel López.** En el caso del tranvía de Vélez-Málaga, la prioridad semafórica está establecida en todas y cada una de las intersecciones. Es un sistema probado y contrastado en muchísimas explotaciones en el mundo. En definitiva, hay una serie de lazos o de espigas que detectan previamente el tranvía, enviando una señal al regulador que empieza a mover todos los semáforos para que haya una ventana de oportunidades en las cuales el tranvía tiene que atravesar la intersección, si no ocurre nada que pueda afectar la llegada del tranvía a la intersección, cuando llegue se encontrará todos los semáforos cerrados para aquellos que interceptan el flujo del tráfico rodado que afecta a la plataforma. Si desde que se le detecta hasta que llega a esa intersección, su ventana de tiempo ha sido consumida, porque haya surgido alguna cuestión que haya hecho retardar su llegada, tendría que parar. Habitualmente, sobre todo cuando una explotación ya está en marcha, los conductores saben hacerlo bastante bien y no hay ningún tipo de problema.
- R · **Isabelle Chapu.** En Valenciennes, el tranvía tiene la prioridad en todas las intersecciones. Esto es muy importante si se quieren respetar los horarios. Las plataformas están reservadas sin barreras físicas, y el coche lo respeta. Por otro lado, la línea está toda en superficie y, por tanto, es más barata.
- R · **Antonio González.** En el caso de Pozuelo y Boadilla, ambos sistemas tienen preferencia semafórica. En relación al problema de la oposición del ciudadano, es cierto que en España hay una presión social muy fuerte y que en muchos sitios se ha tenido que soterrar el sistema. En el caso concreto de Pozuelo, se trata de una situación muy delicada, ya que existen una serie de factores que llevan a esta situación, como son la falta de tiempo para

comunicar al público objetivo de ciudadanos de Pozuelo que no es usuario del transporte público y que no siente el proyecto como suyo, ya que ellos usan su coche. Además, ha habido unos grupos de presión internos muy fuertes que, incluso, han difundido actuaciones falsas para oponerse a su construcción. En definitiva, ha faltado una labor de comunicación previa, que se considera fundamental para la aceptación por parte de los ciudadanos, y en Madrid más aún.

- R · **Carlos Cuadrado.** En relación a la prioridad semafórica en Sanchinarro-Las Tablas, existen los pasos a nivel sin barrera, en los que el metro ligero tiene prioridad; no obstante, están gobernados por el sistema de ayuda a la explotación que monta la vía, es decir, el propio sistema de señalización de la vía del metro ligero es el que está manejando los semáforos de los cruces. Por otro lado, el Ayuntamiento de Madrid se quiere reservar el derecho de poder, en un momento determinado, manejar él los semáforos. Por lo tanto, se considera que sí existe una prioridad semafórica en esta línea, pero siempre dependiendo del criterio final del Ayuntamiento.
- R · **Gerd Sammer.** En Austria, los semáforos son operados por las autoridades de cada ciudad, lo que significa que ellos pueden decir cómo se debe hacer en cada ciudad. Existen algunas ciudades que tienen prioridad total para el transporte público, pero en Viena, por ejemplo, la autoridad de la ciudad no quiere eso y, por tanto, existe un 20-30% de prioridad semafórica.

P · Carlos Cristóbal, del CRTM. La segunda pregunta es para el profesor Gerd Sammer. En relación a las prolongaciones al desarrollo urbanístico de Solar City, ¿se conocía desde el inicio que el tranvía llegaba allí y dónde estaba la parada? ¿Solar City ha pagado o financiado, de alguna forma, parte de la prolongación o de la estación de ese tranvía?

- R · **Gerd Sammer.** Solar City es un concepto holístico que significa integración de la planificación de infraestructuras, planificación del transporte y planificación urbana. En la línea, hay una parada principal desde la que se puede acceder a pie a casi cualquier lugar de la ciudad, y esto es el secreto del éxito. Por otro lado, la autoridad de la ciudad dijo que quería construir una ciudad de “bajo consumo energético” y, para ello, es necesario tener este tipo de accesibilidad al transporte público.

P · Eugenio Morales, miembro del Foro por la Movilidad Sostenible de la Comunidad de Madrid. La tarifa de equilibrio del metro de Madrid, el coste del viaje antes de la entrada de los metros ligeros, estaba en torno a 1,1 € por viaje. De acuerdo con los datos que ha dado Carlos Cuadrado, el viaje va a salir en torno a 4,5 euros. ¿Es verdad este precio? ¿Va a repercutir esta situación de forma importante en el precio del billete en el conjunto del metro de Madrid? Esto significaría que una pequeña parte de la red de metro va a gravar seriamente el precio del billete del conjunto de la red de Madrid.

- R · **Carlos Cuadrado.** Efectivamente la tarifa técnica para la concesionaria en Sanchinarro-Las Tablas está por encima de los 4 euros. Que eso vaya a suponer un incremento en la tarifa del resto de la red de metro de Madrid, es algo que tendrá que decidir el Consor-

cio Regional de Transportes que es la autoridad competente para ello. Éste no es el primer sistema concesional de transporte ferroviario que hay en Madrid, y tampoco es el primero en tener una tarifa superior a la de equilibrio del metro de Madrid.

P · Santiago León, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid. En relación a la financiación de los metros ligeros, ¿cómo no se piensa que esta infraestructura deba ser pagada por nuevos desarrollos tal como hacen el resto de las infraestructuras? La legislación actual española, y la de la Comunidad de Madrid, prevé la inclusión de infraestructuras como sistemas generales financiados por el desarrollo urbano. Entonces, cuando los trazados empiezan a atravesar zonas todavía no desarrolladas, es el momento de pensar si realmente esos costes de financiación no debían ser a cargo de esas plusvalías que se están generando. En definitiva, ¿quién debe pagar estas nuevas líneas: la totalidad de la sociedad beneficiando una serie de nuevos desarrollos o los habitantes de esos nuevos desarrollos del futuro?

R · Gerd Sammer. Al discutir sobre la financiación de infraestructuras hay que tener en cuenta las infraestructuras del vehículo privado, que no se pueden separar de las del transporte público. Analizando los costes económicos totales del uso del coche y del uso del transporte público, la cobertura de costes es lo que el usuario está pagando; el transporte público tiene una cobertura de costes de un 60% de media en Europa, mientras que el coche tan solo un 40%. Esto significa que la autoridad pública también tiene que contribuir mientras no haya contribución justa entre el uso del coche y el uso del transporte público. Por otro lado, también creo que el propietario del suelo también debería contribuir de alguna manera, ya que su terreno está aumentando de precio.

R · Manos Vougioukas. Siguiendo en esta línea, es cierto que muchas veces nos olvidamos de que para construir carreteras no se considera la opción de quién va a pagar; se acepta que el Estado pagará. Cuando se pasa al transporte público esto se pasa a la ciudad. Y las ciudades pequeñas no pueden afrontar estas inversiones. En Volos, sin embargo, se está estudiando esta posibilidad. Existe terreno disponible, un terreno de gran valor para el desarrollo de la ciudad, cuyo propietario son los ferrocarriles estatales. Pero este organismo no conoce o no valora esta ventaja. Si existe alguna posible cooperación entre la ciudad, el Ministerio de Gobierno y Ferrocarriles Estatales, el terreno se puede ceder al inversor y éste debe entregar los 4,5 km de la primera línea necesarios desde la estación de ferrocarril hasta el Estadio Olímpico. Por ejemplo, éste es un sistema que se ha utilizado en Grecia, donde el propietario del terreno cede los derechos del desarrollo al promotor, y en compensación, el propietario obtiene algo a cambio. Esto se ha utilizado mucho en el sector privado, quizás demasiado, y en el sector público, estamos empezando a hablar de este tipo de sistemas. Así pues, existen modos para que las ciudades, incluso las pequeñas, cuenten con sus bienes disponibles para usarlos en facilitar las inversiones, o las inversiones previas al menos. Por supuesto, además necesitamos de otra financiación. Necesitamos recursos de la Unión Europea, a través del apoyo de la comunidad, quizás a través de ins-

trumentos futuros similares a los fondos de cohesión, que es un tema muy importante de abordar. También necesitamos, a través de instituciones de crédito como el Banco Europeo de Inversión (BEI), unas condiciones de crédito favorables. Esta combinación de recursos financieros, derechos de desarrollo y otros ingresos como publicidad, uso del desarrollo conjunto en las estaciones, etc., podría satisfacer de mejor modo las necesidades de financiación. Y con esto me refiero a ciudades que tienen intención de llevar a cabo estas actuaciones, no de áreas verdes, que sería un poco diferente.

P · Antonio García, de Steer Davis Gleaves. La pregunta se dirige a Carlos Cuadrado. Al igual que Metro de Madrid es el organismo que va a explotar y mantener la línea de Sanchinarro, y Caja Madrid es una entidad financiera, ¿cuál es el papel de ALSA dentro de la estructura de la concesionaria que se ha planteado para este caso?

R · Carlos Cuadrado. El papel de ALSA no es meramente financiero. ALSA es una empresa de transporte público por carretera con mucha experiencia en transporte de viajeros, que aporta *know-how* en la concesionaria. Además, es una empresa que ya está introducida en sistemas ferroviarios, con Alsa Rail, y que quiere incorporarse también a temas concesionales de ferrocarriles.

P · Jesús Velasco, de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Pensando en una ciudad mediana, al implantar una línea de tranvía existirán algunas líneas de autobuses que perderán demanda, como el caso de Linz, en el que el tranvía gana un 32% y el autobús pierde un 26% en los últimos años. ¿Cómo se diseña la línea para esa transferencia de uno al otro modo pensando en lo que hay que retirar del autobús urbano?

R · Gerd Sammer. Está claro que si se realiza una extensión de una línea de tranvía, la red de autobuses tendrá que cambiar a ser un sistema alimentador. Un sistema de tranvía necesita más demanda y no tendría sentido mantener una línea de autobús paralela. Para ello, normalmente, la línea de autobús se elimina y se utiliza como línea alimentadora del tranvía, siendo muy importante que los horarios estén totalmente integrados con el fin de reducir al máximo el tiempo de espera; esto es ahora más sencillo gracias a los avances tecnológicos en cuanto a información en tiempo real. Esto se ha hecho en Linz y funciona muy bien, otorgando calidad de servicio a los usuarios de transporte público. No ha habido ningún problema porque además el propietario de la red de autobuses es el mismo que la de tranvía. Sin embargo, pueden existir problemas si hay operadores privados de autobuses, a los que habría que darles algún tipo de compensación. Lo realmente importante es la integración entre autobús y tranvía.

R · Manos Vougioukas. En Volos, el operador de autobuses ve al tranvía como una amenaza y hay que explicarle que no se trata de eso, sino que se trata de que todo el sistema de transporte público gana porque la gente deja de utilizar el coche. Además, el autobús desempeñará una función muy importante, ya que servirá de alimentador del tranvía.

SESIONES DE TARDE: TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE AUTOBUSES



Moderador:

Giorgio Ambrosino

Compañía de Transporte Público de Livorno (Italia),
Socio del Proyecto

3 · Tercera sesión: Sistema de Autobuses

3.1 · Autobuses de alto nivel de servicio (Francia)

Sébastien Rabuel, Director de Proyectos del CERTU

El CERTU, Centro de estudios sobre las redes, los transportes, el urbanismo y las obras públicas, es un servicio técnico del ministerio francés ubicado en Lyon.

En Francia, cada modo de transporte público ha tenido su momento de gloria. Durante los años 70, el protagonista fue el metro (hasta los años 70 solamente había metro en París); a comienzos de los 80, el tranvía, y más tarde llega la era en Francia de los autobuses de alto nivel de servicio (BHNS - bus à haut niveau de service).

En 1971 se introdujo en París el impuesto de transporte, “versement transport”, y más tarde se introdujo en otras regiones. Este impuesto de transporte graba a todas las empresas con más de 9 empleados ubicados en el perímetro urbano de transporte. En el año 2004, este impuesto cubrió el 40% del gasto de todas las redes de transporte público en las provincias, y en su momento supuso un incentivo para la construcción de metros en las ciudades más grandes con el fin de limitar el crecimiento del uso del vehículo privado. A parte de París, las primeras ciudades en construir metro fueron Marsella y Lyon en los años 70, después Lille y Toulouse, que eligieron el metro con vehículos ligeros, que se llama “VAL” (Vehículo Automático Ligero), y por último Rennes, en el año 2002.

La siguiente era fue la de los tranvías, desde finales de los 80. Si comparamos los costes por kilómetro de los tranvías (15-25 M€/km), se ve que estos son 4 veces más baratos que los metros (70-80 M€/km), y también están más adaptados a la demanda en términos de capacidad. Además, en Francia, el tranvía no se trata solamente de un medio de transporte, sino que también es una herramienta urbana y un medio para mejorar el entorno urbano. Muchas veces el coste de un proyecto de

implantación de un tranvía es bastante elevado en Francia, y esto se explica porque la mejora urbana que lleva implícito puede representar entre el 20% y el 40% del coste del tranvía.

Figura 41: Ciudades francesas con metro



Figura 42: Ciudades francesas con tranvía



En este momento hay más de 321 km de tranvías en 15 ciudades, y están previstos 128 km de ampliaciones en ellas; además, otras 7 ciudades adicionales tienen previsto construir su primer tranvía, lo cual representará 87 km más. Se podría decir que el renacimiento del tranvía fue una consecuencia de un cambio de mentalidad, tanto por parte de los políticos como de los ciudadanos, aunque también fue necesaria una política muy fuerte para generar este cambio.

En la actualidad, en Francia, aparte de las ampliaciones que están previstas, parece que los tranvías ya no se adaptan a las necesidades y las ciudades tienen algunos problemas financieros. Al mismo tiempo, los autobuses tienen una imagen negativa porque hay más problemas de tráfico y por la falta de inversión. Por tanto, es necesario un modo de transporte intermedio entre los tranvías franceses y los autobuses tradicionales, primeramente en términos de imagen, porque de

todos es sabido que la imagen es muy importante, pero también en cuanto a nivel de servicio y calidad de servicio.

Surge entonces el concepto francés del autobús con alto nivel de servicio, cuyo principal objetivo es mejorar el nivel de servicio del autobús tradicional tomando algunas características del tranvía. El nivel de servicio se refiere a lo que está previsto en cuanto a frecuencia, capacidad, comodidad, velocidad, seguridad, accesibilidad libre de barreras e intermodalidad. La calidad de servicio se refiere más a cómo se lleva a cabo, es lo que experimenta el pasajero cuando lo utiliza. El autobús de alto nivel de servicio francés combina ambos elementos, y está inspirado por el BRT inglés (Bus Rapid Transit). No es una marca, y se adapta al contexto francés (calles estrechas, etc.), y lo más importante: no se opone al tranvía.

En términos de capacidad, en Francia el tranvía se utiliza con más de 3.000 pasajeros por hora y sentido; los autobuses tradicionales, sin muchos carriles dedicados y una frecuencia de 7 minutos, se pueden alcanzar algo más de 1.000 pasajeros por hora y sentido. Existe, por tanto, una brecha en términos de capacidad entre ambos que el autobús de alto nivel de servicio permite cubrir.

Los aspectos fundamentales en los que hay que incidir para convertir un autobús tradicional en un autobús de alto nivel de servicio son:

- ▶ los vehículos, mejorarlos para que sean más cómodos y para transmitir una imagen moderna a los ciudadanos;
- ▶ la infraestructura, la provisión de carriles reservados para el autobús le permiten aumentar su velocidad y frecuencia, especialmente en áreas con mucho tráfico; en este sentido, muchas veces no es necesario tener carriles bus 100% dedicados, sino que hay que centrarse en determinados puntos negros del recorrido;

- ▶ las estaciones o las paradas, cuyo objetivo esencial es intentar que sean lo más accesibles posible;
- ▶ Sistemas inteligentes en el transporte (ITS), hay que poner todas las tecnologías disponibles al servicio del autobús, al igual que sucede con los tranvías, proporcionando máquinas expendedoras de billetes en las estaciones o dentro del autobús;
- ▶ las condiciones de funcionamiento, siendo muy importante la prioridad semafórica para los autobuses, y la interconexión con el resto de modos de transporte que haya en esa ciudad.

El concepto de autobús de alto nivel de servicio no está claramente definido, no existiendo límites. Las autoridades locales pueden elegir uno de los cinco elementos señalados, en función del objetivo que la autoridad local pretenda en esa línea de autobús. Así, en Francia nos podemos encontrar varios tipos de BHNS: en un extremo está la línea I de Grenoble, que consiste en una revitalización de la línea dando mucho énfasis a la accesibilidad y prioridad, y por otro lado tenemos el BusWay de Nantes, muy parecido al tranvía.

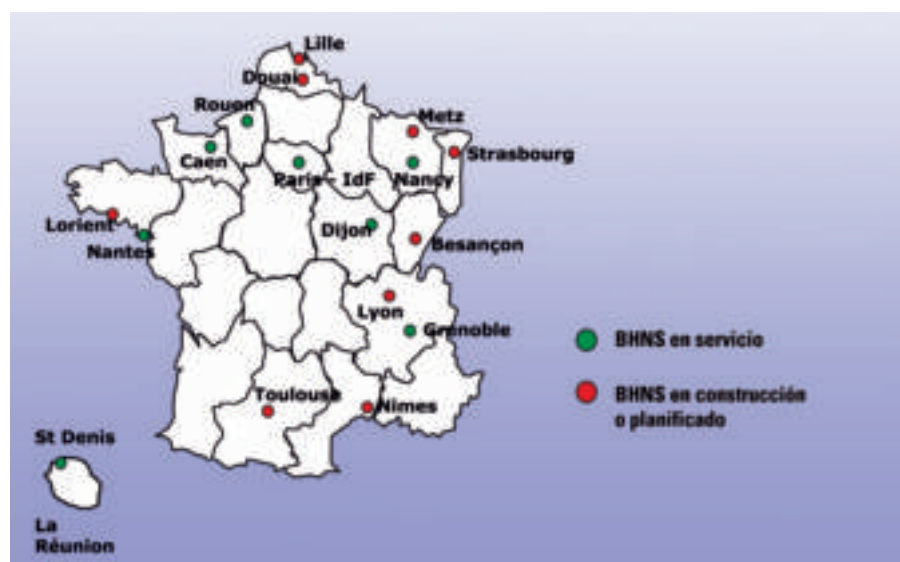
La identificación del nuevo sistema de transporte es un aspecto muy importante, al igual que el tema de la comunicación. En Francia se suelen utilizar nombres especiales y a veces imagen de marca específica para estas líneas de BHNS: BusWay en Nantes, Lianes en Dijon, etc.

Figura 43: Imagen de marca del BHNS



El lugar que se le da a estos autobuses de alto nivel de servicio en la red de transporte público es otro aspecto a tener en cuenta a la hora de promocionar su uso. Por ejemplo, en Nantes, la línea de BHNS se introduce en el mapa de la red al mismo nivel que las de tranvía, y en Lyon, el mapa de la red de transporte público incluye las cuatro líneas de metro (A, B, C y D), las tres líneas de tranvía (T1, T2 y T3) y las nuevas líneas de autobús de alto nivel de servicio (C1 y C3). Las líneas de esta red de BHNS se nombran con la letra C, que se refiere a los autobuses Cristales, desarrollados por la empresa IRISBUS.

Figura 44: Ciudades francesas con BHNS



Resulta difícil hacer un inventario de todos los sistemas BHNS existentes en Francia, ya que se trata de un concepto que contiene distintos elementos y es complicado saber cuando hay que incluir o no un ejemplo concreto. Aparte de esta singularidad, existen 15 ciudades con un servicio de BHNS ya en funcionamiento o previsto.

Las primeras ciudades a las que les interesó este concepto son las más pequeñas, de menos de 200.000 habitantes. Este es el caso de Nîmes, en el sureste de Francia, con un proyecto de dos líneas, con un total de 13,5 km de longitud, con algunos carriles reservados en el centro, el billete en la estación y no dentro del vehículo, la existencia de aparcamientos de disuasión y un sistema progresivo, es decir, que si se aumenta la frecuencia, este autobús se puede convertir fácilmente en un tranvía. Su aspecto es muy parecido a un tranvía.

Otro ejemplo de ciudad pequeña es Lorient, en Bretaña, con 120.000 habitantes. En este caso se diseñan rotondas muy parecidas a las que se hacen con el tranvía, atravesándolas justo por el centro, con la finalidad de hacer el trazado más cómodo. Este tipo de proyectos permiten hacer una regeneración urbana, al igual que con el tranvía, tratando de dar más espacio a los peatones y a los ciclistas.

Los BHNS también se pueden poner en práctica en ciudades más grandes, con una red secundaria. Así, en Lyon, se trata del tercer nivel de la red de transporte público, después del metro y del tranvía. La línea C1, de 7,8 km de longitud, se puso en servicio hace unas semanas;

Figura 45: Autobús CRISTALIS de Lyon



está incluida en un proyecto de dos líneas, 18 km en total, que prevé una ampliación hacia una colina para el año 2009. La previsión de demanda es de más de 23.000 viajes al día. La flota será de 18 autobuses IRISBUS Cristales, con un coste de 60 millones de euros; habrá condiciones especiales en cuanto a accesibilidad y carriles reservados, no al 100%, pero en gran parte, y también una prioridad semafórica parcial. El horario de servicio de la línea C1 es similar al de una línea de tranvía, con buena frecuencia hasta la media noche (10-15 minutos), cosa que no sucedía con muchas líneas de autobús tradicional en Francia.

Otra ciudad grande que cuenta con un servicio de BHNS es Grenoble, cuya línea 1 se puso en marcha en 1998, con una longitud de 9 km. En aquella época tenía 12.000 viajeros, pero estaba disminuyendo paulatinamente el número de usuarios, así que las autoridades locales decidieron introducir algunas mejoras: los carriles bus pasaron del 20% al 70% de la longitud de la línea, le dieron prioridad en todos los semáforos y mejoraron las estaciones en cuanto a seguridad y acceso. Así, en el año 2005, la línea 1 fue un 20% más rápida, y con el mismo número de autobuses se pudo conseguir una frecuencia de 5 minutos en hora punta, a diferencia de los 7 minutos anteriores, y el número de viajes ha aumentado en un 60%, hasta 19.000 viajes diarios.

El concepto de BHNS se puede exportar al ámbito suburbano. Es el caso de Toulouse que, con una red principal de metro y autobús, pretende introducir cinco líneas de autobuses de alto nivel de servicio con intercambiadores. También, en Estrasburgo, con una población de 430.000 habitantes, existe mucha dispersión de residencias en la zona suburbana occidental, existiendo dos líneas de autobuses Intercity que dan servicio a 3.500 pasajeros diarios, pero que sufren de una congestión considerable en la carretera nacional 4 a su paso por las diferentes poblaciones.

Así, en el año 2002 decidieron construir un carril reservado para autobuses de 1,1 km entre las poblaciones de Furdenheim y Marlenheimdos, consiguiendo un 20% más de pasajeros; en 2006 también han decidido dar prioridad a los autobuses cuando estén atravesando las ciudades.

Otro ejemplo de líneas suburbanas de BHNS es Grenoble, con un experimento de un carril reservado en el arcén de la carretera de acceso a la ciudad, que tiene mucho tráfico. Se puso en marcha en 2002.

3.2 · BusWay de Nantes (Francia)

Damien Garrigue, Jefe del proyecto, Nantes Metropole

La aglomeración nantesa es considerada, con la de Saint-Nazaire, como la aglomeración más grande del oeste de Francia. Durante los últimos años ha sido la segunda aglomeración en toda Francia que más rápidamente ha crecido en población.

El territorio de Nantes Metropole cuenta con 580.000 habitantes, una superficie de 523,4 km², y es una aglomeración muy atractiva. La tasa de empleo ha aumentado bastante en los últimos años, estando a la cabeza en Francia.

La aglomeración de Nantes Metropole administra un territorio de 24 municipios, con responsabilidades múltiples, siendo las principales los servicios públicos, agua, basuras, transportes colectivos, el urbanismo, el turismo, el espacio público y las vías públicas. Los ayuntamientos de cada uno de los municipios pueden intervenir en la toma de decisiones en relación a estos temas, pero Nantes Metropole es la autoridad que finalmente decide y financia todas las infraestructuras, siendo más fácil realizar un proyecto cuando se controla el dinero y el viario.

La línea BusWay (línea 4) es la cuarta línea de la red principal de transporte de la aglomeración nantesa, que cuenta ya con 3 líneas de tranvía, siendo la primera red tranviaria francesa con 40 km de longitud. Además, en la aglomeración también hay 70 líneas de autobuses, que diariamente se sumergen en los atascos. También hay unas líneas exprés que van directamente desde los municipios en el exterior de la aglomeración hasta la red principal. Y, por último, existen unas nuevas líneas llamadas **cro-nobús** que gozan de ciertos privilegios en la calzada, como son los carriles bús, que garantizan los tiempos de trayecto y una frecuencia de 10 minutos en horas punta.

Antes de la puesta en funcionamiento de la línea 4, la red de transporte contaba con 3 líneas de tranvía, dos de ellas completas. La línea 1 comunica con el estadio de la Beaujoire, y transporta más de 100.000 viajeros al día. La línea 2 comunica con la universidad, al norte, y transporta también más de 100.000 viajeros al día. La línea 3 transporta 40.000 viajeros al día.

Figura 46: Buena aproximación entre autobús y andén de la estación



Figura 47: Red de tranvías y BusWay de Nantes



La línea 4 cuenta con 7 km y 15 estaciones, de las cuales 8 estaciones son de intercambio, una con las líneas de tranvía y las otras con líneas de la red de autobús. También hay en esta línea 4 aparcamientos de disuasión (con 830 plazas) y una estación intermodal principal, que se construyó debido a la reorganización de la red de autobuses con la puesta en marcha de la línea 4.

El itinerario de la línea 4 comienza en un bulevar periférico, da la vuelta a la aglomeración y sigue para comunicar con dos grandes centros escolares, donde hay más de 5.000 estudiantes; continúa su recorrido hacia el centro de Nantes, comunicando con un gran centro comercial, con el centro de congresos, el castillo y la catedral. Los principales aparcamientos de disuasión se sitúan en las principales calles que van al centro de Nantes.

Para esta línea se cuenta con 20 vehículos, cuyo coste es de 9,3 millones de euros. El coste de la infraestructura es de 50 millones de euros, unos 7 millones de euros por kilómetro, mientras que el coste de una línea de tranvía es de unos 20 millones de euros por kilómetro. La puesta en servicio de la línea fue el 6 de noviembre de 2006.

Para la concepción de la Línea 4 BusWay, se han aplicado las características que han hecho del tranvía un éxito, por lo menos en Nantes es realmente un éxito, ya que ha permitido recalificar toda la ciudad. Entre las principales características que han convertido el tranvía en un éxito destacan:

- ▶ Una plataforma reservada en casi todo el itinerario;
- ▶ Una gestión de los cruces dando prioridad al BusWay, limitando las molestias para la circulación general;

- ▶ La creación de verdaderas estaciones (optimización de la subida y bajada de pasajeros, estaciones con andén, marquesinas, equipamientos);
- ▶ La creación de aparcamientos de disuasión y estaciones intermodales: reorganización de la red para favorecer la conexión de los diferentes modos de transporte.

En cuanto a las particularidades específicas del BusWay, se han tenido:

- ▶ Al no tener raíles ni catenaria, hay necesidad de identificar la línea;
- ▶ Diferente reglamentación, por lo que se necesita de autorización específica para la experimentación de la señalización luminosa del tranvía para un BHNS (bús de alto nivel de servicio);
- ▶ La accesibilidad sin sistema de guiado (ni material, como por ejemplo un rail, ni no-material, como de tipo óptico o magnético): llegada al andén e interfaz andén/vehículo.

A continuación se presentan algunas características de la línea 4 BusWay.

- ▶ La plataforma. De los 7 km de recorrido, hay más de 6 km en plataforma dedicada, de la misma calidad que la del tranvía. El espacio viario antes se dedicaba al coche y ahora este espacio se comparte entre todos los modos de transporte: BusWay, coches, ciclistas y peatones. Sobre la casi totalidad del itinerario, la plataforma se sitúa en el centro de la calzada. Cuando la anchura de la vía no era suficiente, el BusWay se mezcla con la circulación general en una dirección y goza de una vía reservada en vía central en la otra dirección.
- ▶ La gestión en los cruces es un aspecto importante para la regularidad de la línea. En Nantes, generalmente se utilizan las rotondas, al igual que en España, y el BusWay las atraviesa por el centro. Los coches paran cuando el BusWay atraviesa la rotonda.
- ▶ Las estaciones, no paradas, están diseñadas de manera que hay una optimización de la subida y bajada de pasajeros. Se trata de estaciones en meseta, en las que el acceso se hace directamente de la acera al andén de la estación. También se han diseñado marquesinas especiales para esta línea.
- ▶ La reorganización de la red de autobuses y las conexiones con los diferentes modos de transporte han implicado un trabajo importante en las estaciones intermodales, como por ejemplo el intercambiador de Graineret, en el que la línea de BusWay pasa por arriba y los autobuses por debajo, y su conexión es a través de un ascensor y escaleras; también cuenta con un aparcamiento de disuasión, con 250 plazas.
- ▶ Identificación de la línea de BusWay. Se ha pintado la plataforma con un color particular, y las estaciones son diferentes.

Figura 48: Plataforma del BusWay de Nantes



Figura 49: Rotonda atravesada por el BusWay



Figura 50: Estación del BusWay**Figura 51: Intercambiador de Graineret**

- ▶ La reglamentación de señalización es diferente para el autobús y para el tranvía. Se quería utilizar la misma señalización luminosa que tiene el tranvía para el busway, por lo que hubo que pedir al Ministerio una autorización específica. Se utiliza, por tanto, el semáforo R-17, provisto con un sistema de ayuda al conductor, y el semáforo R-24, que avisa a los vehículos que van a cruzar la plataforma con una luz intermitente roja.
- ▶ En el busway no hay ningún sistema de guiado, de tipo óptico o magnético. La llegada del autobús al andén, por tanto, se complica de alguna manera. Para salvar esta dificultad se utilizan bordillos rebajados en granito pulido, con una altura de andén de 27 cm, estando la plataforma del autobús a 30 cm. Con esto se consigue guiar al conductor y un acercamiento de calidad del autobús al andén.

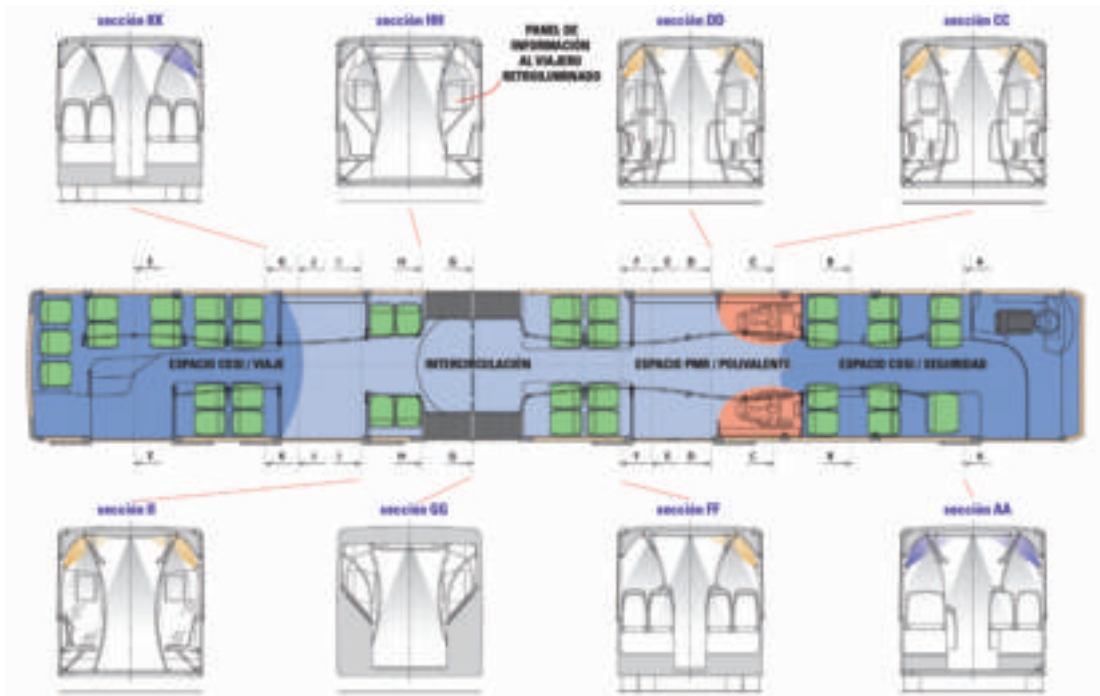
En cuanto a la puesta en marcha del proyecto, éste surgió en el año 2002 cuando se abandonó la idea de prolongar una vía de tranvía para cambiarlo por una línea de tran-bus. Los estudios y encuestas fueron publicados en 2002 con la elección del itinerario y del equipo de arquitectura. En octubre de 2004, se iniciaron las obras preparatorias, y en marzo de 2005, comenzaron las obras, ocasionando un gran impacto sobre la circulación. Finalmente, el 6 de noviembre de 2006 se puso en marcha el sistema BusWay.

Estudios, obra y comunicación. Es una parte muy importante para la aceptación de un proyecto de este tipo. La fase de estudio para definir el proyecto, sus características arquitectónicas y las obras necesarias duró 4 años, incluidas las adaptaciones del programa solicitadas por los políticos de la aglomeración.

La realización de las obras fue una parte difícil del proyecto porque la línea utiliza en gran parte de su itinerario una autopista que era el principal punto de entrada a la aglomeración, y el impacto sobre la circulación fue muy importante. Las primeras obras sirvieron para crear nuevos sistemas de conexión entre las calles de la aglomeración y esta autopista. También se creó un aparcamiento de disuasión provisional que se unía al tranvía por medio de un autobús, permitiendo que la gente dejara su coche y continuase en transporte público.

Figura 52: Situación de la autopista antes, durante y después de las obras

Figura 53: Esquema del material móvil del BusWay



Se hizo una buena campaña de información de las obras con indicación de itinerarios alternativos, además de facilitar un número de teléfono gratuito que informaba sobre el estado de las obras y tener a una persona in situ que vigilaba las obras. Se creó también una comisión de reglamento amistoso para los comercios, que permitió ayudar rápidamente a resolver los problemas con los comerciantes sin necesidad de recurrir a la justicia.

En cuanto al vehículo, al principio se pensó en un tran-bus, pero esta idea se abandonó. El BusWay tiene particularidades interesantes: tiene cuatro puertas correderas como el tranvía, un diseño particular, goza de prioridad en los cruces y no tiene publicidad. Posee también minirampas que funcionan sistemáticamente cuando se abran las puertas 2 y 3. En el interior del vehículo hay un esquema dinámico de la línea, un panel que permite la visualización de las correspondencias y un dispositivo que permite saber a qué hora pasa la próxima línea.

Figura 54: Autobús del BusWay



Por último, la explotación. La frecuencia es de 4 minutos en horas punta y de 6 en horas de baja afluencia, con una amplitud horaria que va desde las 5:00 de la mañana hasta las 00:30. Se espera tener una demanda de unas 20.000 o 25.000 viajeros/día (las dos primeras semanas de utilización tienen más de 17.000 viajeros/día).

Las evoluciones posibles son el aumento de la frecuencia (cada 3 minutos), la introducción de vehículos con más capacidad (autobuses bi-articulados) y, tal vez en un futuro muy lejano, la transformación en una línea de tranvía.

3.3 · Sistemas existentes de autobuses rápidos (BRT) en el Reino Unido

Ashley Curtis, Consultor principal, Steer Davies and Gleave Ltd.

El BRT (Bus Rapid Transit) es un concepto relativamente nuevo en el Reino Unido, aunque en la actualidad hay distintos proyectos en desarrollo, sólo unos pocos están ya en funcionamiento.

El BRT es un modo de transporte intermedio entre el metro ligero y el autobús, que toma lo mejor del sistema de metro ligero en cuanto a la prioridad, el tiempo de viaje y servicios de alta calidad, y lo combina con la flexibilidad, la capacidad de respuesta y el precio más ajustado de los autobuses.

Existen varios factores a tener en cuenta y que el BRT debe incluir. Todos tienen que ver con ofrecer una frecuencia y una calidad elevadas. La consultora Steer Davies and Gleave (SDG) tiene mucha experiencia en el desarrollo de sistemas de BRT, de metro y de metro ligero, tanto en el Reino Unido, como en el resto de Europa y en América del Sur. Por ejemplo, en América del Sur, SGD desarrolló el sistema TransMilenio de Bogotá, que es el sistema de autobuses rápidos con mayor capacidad del mundo, con una red de 60 km que mueve más de 1 millón de pasajeros al día (40.000 pasajeros por hora y sentido en las horas punta).

Figura 55: Marquesina de las estaciones de Fastrack



En el Reino Unido, no existe nada de las mismas dimensiones que TransMilenio, pero sí existe Fastrack, que es un sistema de BRT situado en una zona al este de Londres, al Sur del Támesis, en la que se están desarrollando nuevas residencias (30.000) y también se están creando numerosos puestos de trabajo (50.000). La primera línea de Fastrack lleva funcionando 8 meses, es decir, que se inauguró en marzo de 2006. Se aspira a pasar de un terreno rural y una vieja mina a una urbanización orientada al transporte público sostenible.

Los orígenes de Fastrack se remontan a 1995, cuando el dueño de algunas de las minas que empezaban a llegar al final de su vida productiva empezó a intentar encontrar una utilidad de las mismas en el futuro, lo que dio lugar a un documento titulado “Mirando hacia el futuro”, en el que se considera-

Figura 56: Área por donde discurre la red de Fastrack



ban una serie de desarrollos unidos por un tipo de sistema de metro ligero. Tras realizar diversas consultas, quedó claro que la demanda prevista en esa zona no justificaba un tranvía y, por tanto, éste no podría ser el resultado. Así, en 1999 se pasó a la idea de desarrollar un sistema con alto nivel de servicio que utilizaba vehículos con neumáticos. Fastrack no es un sistema guiado, sino que utiliza carriles reservados y además goza de prioridad semafórica; su puesta en funcionamiento va a permitir un gran desarrollo dentro de esta zona creando mucha capacidad de transporte al mismo tiempo que dará acceso a otros modos de transporte ya existentes. El desarrollo de Fastrack se incluye en un programa de proyectos que habrá que desarrollar en los próximos 15 años. Algunos tramos estarán listos justo antes que el desarrollo urbanístico a los que darán servicio, mientras que otros se pondrán en marcha más tarde. Esta red ampliará en unos 40 km la red de transporte público, de los cuales 15 estarán segregados.

Ha habido un gran compromiso tanto por parte del sector público como por parte del sector privado. Fastrack Delivery Executive (FDE) está compuesto por los directores de todas las autoridades locales y serán apoyados por un pequeño equipo, quien son los responsables de dar el servicio de Fastrack. El comité se reúne cada 8 semanas y actúan como los propietarios virtuales de Fastrack. De verdad, es un compromiso del nivel más alto para conseguir realizar este proyecto y a tiempo.

La utilización de este tipo de vehículos hace que el sistema pueda cambiar a lo largo del tiempo para satisfacer las necesidades existentes. Están previstas 4 rutas, llamadas A, B, C y D. La línea B, en verde, va a ser la primera en ponerse en servicio, y va de Dartford Station a Gravesend Garrick St. La fase I, hasta el centro comercial Bluewater, tiene carril reservado en el 90%; el resto del recorrido tiene la mina a ambos lados y, por tanto, no puede tener carril segregado, sin embargo sí posee prioridad semafórica.

Figura 57: Futura red de Fastrack



Figura 58: Segregación de la plataforma del Fastrack



La ruta B de Fastrack incluye los siguientes factores: alto nivel de segregación en la calzada, infraestructura y paradas de alta calidad, vehículos de alta calidad, contrato de servicio que da frecuencia y calidad y, en el caso de Fastrack, todo esto se ve apoyado por su promoción y por la calidad de su marca.

Alto nivel de segregación: se ha proporcionado un nivel de prioridad muy alto incluso cuando no hay demasiado tráfico, con la finalidad de mantener un buen servicio del Fastrack en el futuro, a medida que las otras carreteras tengan más tráfico.

Figura 59: Diseño de las estaciones del Fastrack



Paradas e infraestructura de alta calidad: el objetivo es dar un entorno de alta calidad para los pasajeros con detalles como información de la llegada del próximo servicio en tiempo real, otros servicios adicionales como ofertas de

empleo, noticias, planificación del viaje, correo electrónico, etc., así como ofrecer la oportunidad a los clientes para que nos den su opinión sobre el servicio. Para ello, existen unos kioscos interactivos, con pantallas táctiles, dentro de estas estaciones.

Vehículos de alta calidad: inicialmente se pensó que los vehículos articulados eran demasiado largos, y se buscó un vehículo estándar con un frente curvado. El modelo elegido tiene cámaras de circuito cerrado, pantallas de vídeo, aire acondicionado y piso bajo.

Contrato de servicio: Como se ha comentado anteriormente, Fastrack quiere poder dar solución a las necesidades futuras y, por eso, no se espera que los costes operativos puedan cubrirse con el uso inicial, por lo que están subvencionados por el servicio público. El operador (Arriva) se enfrenta a los riesgos, ya que funciona durante 17 horas al día con una frecuencia de 10 minutos durante la mayor parte del día. El contrato contiene algunos objetivos de rendimiento bastante claros en cuanto a fiabilidad del servicio, rendimiento, limpieza... Hay un sistema de sanciones con penalizaciones económicas para el operador. Al principio había dudas sobre si el operador podría ser capaz de dar un buen servicio, pero sí que lo han hecho. El operador ha demostrado su compromiso. Una parte integral del desarrollo de Fastrack ha sido la imagen de marca que hemos desarrollado. El desarrollo de Fastrack se vió acompañado por una serie de boletines, acontecimientos y discusiones con las partes interesadas para conseguir el reconocimiento de la marca. Uno de sus eslóganes dice "Fastrack, empieza el viaje", no sólo se refiere al conocimiento de Fastrack, sino al comienzo y a los resultados de una serie de proyectos a lo largo del tiempo.

El éxito de Fastrack podría medirse con el número de pasajeros. La línea B empezó a funcionar a finales de marzo de 2006 y, en muy poco tiempo se superaron las previsiones en cuanto al número de pasajeros a los que podían dar servicio. En la actualidad, dan servicio a más de 39.000 pasajeros por semana, y durante los primeros 7 meses de funcionamiento ha transportado un millón de pasajeros. En relación con otros sistemas, tal vez resulte una demanda muy baja, pero el haber superado las previsiones tan rápido es un gran logro.

En unas encuestas realizadas en octubre de 2006 a los usuarios, se obtuvo una respuesta del 9% de los clientes diarios. Los resultados ponen de manifiesto lo siguiente:

- ▶ el 39% de los viajes de Fastrack son por motivo obligado (trabajo o estudios), y el 30% son por motivo ocio (principalmente compras, ya que se da servicio a un importante centro comercial)
- ▶ el 66% de los usuarios utilizan Fastrack dos o más veces a la semana y un 33%, la mitad, lo utilizan diariamente
- ▶ en cuanto al modo utilizado antes de la introducción de Fastrack, el 19% de los viajeros utilizaban su coche para realizar el mismo trayecto. O sea, que se está hablando de un cambio modal entre el coche y el transporte público. Lo más interesante de la encuesta es que el

Figura 60: Vehículo de Fastrack



día que se repartió, el 25% de todos los viajeros tenían un coche a su disposición que podrían haber utilizado para hacer su viaje, pero no lo hicieron y optaron por Fastrack.

- ▶ Las tres primeras razones para utilizar Fastrack son la frecuencia, la comodidad y la plataforma segregada.
- ▶ el 95% de los viajeros dijeron que Fastrack era excelente o bueno, y únicamente el 0,5% dijo que era malo

En la encuesta, había una sección para comentarios; entre ellos, destacan:

- ▶ “He vendido mi segundo coche y ahora utilizo Fastrack para ir al trabajo”
- ▶ “Buen servicio, lo utilizaré en el futuro porque es rápido y fiable”
- ▶ “Servicio excelente, lástima que no estuviera aquí cuando era más joven, no habríamos necesitado el coche”
- ▶ “Tengo que ir al hospital con frecuencia y Fastrack ha cambiado tanto mi vida que no sé qué haría sin él”
- ▶ “Deberían ampliar este servicio a toda la nación”

De todos los comentarios que se recogieron, tan solo dos eran negativos, así que parece que Fastrack va a seguir creciendo.

Hasta ahora, el coste total de Fastrack ha sido de 52 millones de libras (85-90 millones de euros), incluyendo las secciones que se van a abrir en 2007. Hay un constructor privado que está financiando la ruta A y es difícil conseguir la cifra exacta de coste.

En cuanto a la financiación, ésta proviene de:

- ▶ Departamento de Transporte de UK
- ▶ Oficina del Primer Ministro
- ▶ Diputación Provincial de Kent
- ▶ Unión Europea
- ▶ Promotores

La experiencia de desarrollar el BRT y su éxito está dando lugar a más proyectos, por ejemplo en South Essex, que es un área en el noreste de Londres, donde se está desarrollando una red urbana e interurbana con BRT, denominada SERT, y que conectará todas las zonas en urbanización con las zonas residenciales y comerciales.

Los factores clave para implantar un BRT con éxito en el Reino Unido son:

- ▶ Dar una visión claramente definida de lo que se quiere proporcionar, siempre con disposición a adaptarse según las circunstancias.
- ▶ Tener cuidado con la erosión del programa, la tentación de eliminar aquellas cosas que se hacen más difíciles, pero hay que tratar de tener un resultado que sea el paquete completo, no solamente un par de elementos.

- ▶ Hacen falta defensores políticos y privados del proyecto. Hace falta que haya gente dispuesta a levantarse y proclamar el éxito que piensan que va a tener este proyecto cuando todo el mundo lo está poniendo en duda.
- ▶ Compromiso al más alto nivel, tanto en el sector público como en el privado.
- ▶ Proporcionar los factores claves para los usuarios: frecuencia, fiabilidad y comodidad.
- ▶ Utilizar todos los fondos disponibles.
- ▶ Aprovechar todas las oportunidades para transmitir la importancia del proyecto.
- ▶ Por último, hay que hacer algo visible: el éxito lleva al éxito.

4. Cuarta sesión: Sistemas innovadores sobre neumáticos

4.1 · *Busway en Cambridge (Reino Unido)*

Bob Menzies, Director del Carril para Autobús Guiado, Consejo Provincial de Cambridge, socio del proyecto

El BRT-UK es una organización de transportes que se encarga de promocionar el concepto de los BRT o autobuses rápidos en el Reino Unido (www.brtuk.org).

Las principales características del sistema BRT son las siguientes:

- ▶ segregación, los autobuses tienen que estar separados del resto del tráfico
- ▶ vehículos de alta calidad
- ▶ rápida subida y bajada de los pasajeros a los vehículos
- ▶ servicios frecuentes, 5-10 minutos máximo
- ▶ fiabilidad del servicio

Entre las principales ventajas que ofrece este sistema destacan:

- ▶ flexibilidad, ya que permite dirigir el servicio a distintas zonas, teniendo así un servicio troncal con diferentes ramales, cosa que no resulta posible en el caso de un sistema fijo sobre vías;
- ▶ no requiere una trayectoria continua, lo que puede ser a la vez un problema y una ventaja: resulta un inconveniente en el sentido de que puede producirse el fenómeno de erosión del programa y se pueden ir perdiendo prestaciones según surgen las dificultades;
- ▶ La flexibilidad que ofrece permite dar servicio a zonas más amplias que en el caso de los modos ferroviarios, e incluso se puede acercar más a las zonas residenciales;
- ▶ es más barato que los sistemas de tranvía.

En la actualidad ya hay muchos BRT en funcionamiento en todo el mundo: Adelaide y Brisbane (en Australia), Ottawa (Canadá), Pittsburgh (EEUU), Curitiba (Brasil), Ámsterdam, Eindhoven y Utrecht (Holanda), Gotenburgo (Suecia), Rouen (Francia), y Essen y Hamburgo (Alemania).

En cuanto a la tecnología de guiado de estos autobuses, es algo muy sencillo. En Essen, un ejemplo en Alemania, desarrollaron unos autobuses guiados con bordillo en los años 70, que tienen un escalón el doble de alto que uno normal; sus ruedas son especiales y un brazo rígido con una goma muy sólida mantiene al autobús guiado en la dirección adecuada. Los primeros estudios se realizaron en 1980, y se empezó a construir en 1994. El autobús se encaja en una vía de 2,6 m de ancho. Se puede mejorar muchísimo la calidad, aspecto que en Cambridge se considera muy importante y, para mejorarla, se han hecho encuestas muy detalladas.

El sistema de Essen tiene una tolerancia muy elevada, tan elevada que la conducción es más cómoda en estos autobuses que en la autopista que va en paralelo. La segregación es un aspecto muy importante, tal y como ya se ha dicho en numerosas ocasiones.

En el Reino Unido, la lluvia resulta un problema para el buen funcionamiento de estos carriles reservados; en estos casos se puede utilizar el canal interior como un drenaje continuo en la zona entre las dos vías. Concretamente en Cambridge, donde existen problemas de inundación, esta peculiaridad es muy importante. Además, resulta una vía “ecológica”, ya que en ella crecen numerosas plantas, lo que le proporciona una imagen positiva. En la construcción del autobús guiado de Cambridge, se están aprovechando unas vías antiguas que no se utilizaban desde hace 50 años; en ellas, está creciendo mucha vegetación y se está manteniendo con el fin de lograr un entorno ecológico.

Aparte del sistema de autobús guiado de Essen, también está el de Adelaida, que es el más largo, con 12 km de longitud y velocidades de hasta 20 km por hora. En el Reino Unido existen los sistemas de autobús guiado en Leeds, Edinburgo, Crawley y Bradford, sin llegar a tener el nivel tecnológico de los de Essen y Adelaida.

Cambridge está a 50 millas al noreste de Londres; se trata de la zona del Reino Unido que está creciendo con mayor rapidez, con una actividad enfocada a la alta tecnología, la investigación informática y biomédica. El uso del coche es muy elevado, y gran cantidad de coches llegan a Cambridge todos los días originando una congestión elevada. Dadas estas particularidades, parece necesaria una planificación para satisfacer a este crecimiento demográfico, ya que durante los últimos años no se ha invertido en infraestructura, calculando que hay un déficit de infraestructura de 2.000 millones de libras.

En Cambridge se están construyendo las llamadas “nuevas comunidades”, basadas en una urbanización sostenible. Para ello, habrá que poner en marcha las siguientes medidas:

- ▶ minimizar la necesidad de viajar
- ▶ acercar los puestos de trabajo a las viviendas, creando dentro de estas comunidades los parques de investigación, las zonas industriales, etc.
- ▶ maximizar el uso del transporte público, intentando reducir la motorización a 1 coche por vivienda (ahora, en algunos hogares hay entre 2 y 4 coches)
- ▶ concentración de los desarrollos en los corredores de transporte público nuevos

En Cambridge el transporte público está basado en autobuses y el uso de los aparcamientos de disuasión (Park & Ride) es muy elevado, de los más elevados del Reino Unido. Los autobuses hacen pu-

Figura 61:Autobús guiado de Essen (Alemania)



Figura 62 :Autobuses en el centro de Cambridge



bilidad de estos aparcamientos. Con un total de 5 aparcamientos de disuasión, se llega a la cifra de 1,6 millones de viajes al año que utilizan los autobuses después de haber dejado el coche en uno de estos aparcamientos.

También hay una buena gestión de la demanda. Existe una fuerte política de aparcamiento en el centro de Cambridge que restringe el aparcamiento en la ciudad y lo convierte en un lujo (30 euros de media al día). También se ha restringido el tráfico en el centro urbano, mediante unos dispositivos que evitan el paso a determinados vehículos, permitiendo sin embargo el paso a autobuses, taxis y ciclistas. Todas estas actuaciones han dado lugar a un crecimiento importante del uso de los aparcamientos de disuasión y, por ende, del uso del transporte público. Siempre que es posible, se intenta dar prioridad a los autobuses, aunque con calles tan estrechas no siempre se puede. La combinación de estas políticas y las inversiones realizadas han dado lugar a un aumento del 40% en el uso de los autobuses en los últimos años, el más elevado del Reino Unido.

El recorrido del autobús guiado de Cambridge tiene tramos con secciones guiadas y segregadas, y tramos con secciones sobre la calle sin guiado. En total se trata de una sección guiada de 25 km sobre un recorrido de 40 km; sirve a 3 aparcamientos de disuasión (2 de ellos nuevos), que irán creciendo cuando exista más demanda. También la línea da servicio a dos hospitales locales, que son grandes atractoras de tráfico, tanto de pacientes como de personal y visitantes, y el tener un buen transporte público para ellos ayuda mucho a quitar coches de las carreteras. Enlaza además con tres estaciones de ferrocarril, y está previsto enlazar con otra más que también da servicio a Londres.

Figura 63: Recorrido del Busway de Cambridge



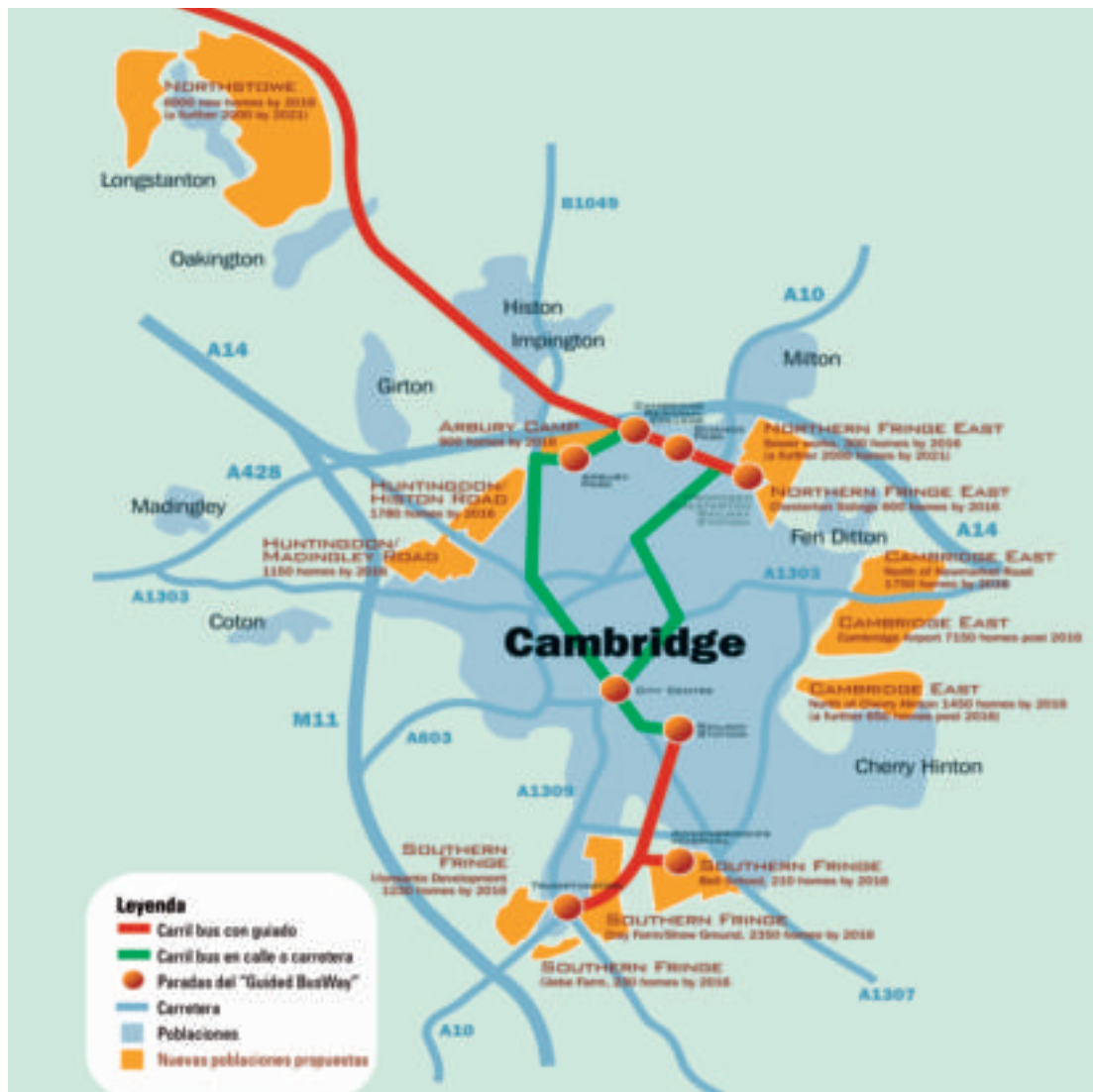
El trazado de la línea va prácticamente paralelo a la autopista A14, que ofrece servicio de circunvalación al este de Londres y en la que hay mucho tráfico. El autobús guiado ayuda a eliminar parte de la congestión del tráfico, dando acceso directo al centro de la ciudad sin intercambios. En un futuro, se pretende poder desviar la línea para dar servicio a otros puntos.

Además, el sistema servirá a los nuevos desarrollos en el condado de Cambridge:

- ▶ En el noroeste va a haber toda una nueva población dentro de 10 años; se llevará un autobús con 5 o 10 paradas, proporcionando una cobertura tal que cada hogar estará a una distancia máxima de 600 m de una parada.
- ▶ Hacia Addenbrookes, al sur de Cambridge, también se prevé un crecimiento poblacional importante, con 4 nuevos desarrollos a los que se les dará servicio.

En cuanto a la explotación del sistema, existen diferentes empresas privadas que trabajan con unas regulaciones muy estrictas en cuanto a la competencia. En total hay 4 operadores que pagarán para poder utilizar el sistema, aunque después se queden con los ingresos, es decir, que

Figura 64: Nuevos desarrollos residenciales en el Condado de Cambridge



las autoridades públicas no corren ningún riesgo. Tienen unos vehículos de alta calidad, sin embargo aún no se sabe el modelo definitivo que se utilizará en esta línea de Cambridge. También dispondrá de un sistema de billeteaje integrado para todos los operadores que explotan la línea.

La infraestructura será de calidad. Las estaciones, unas más sofisticadas y otras más sencillas, permitirán que se pueda subir al autobús al mismo nivel, para facilitar el acceso a las personas

Figura 65: Maqueta de una parada del autobús guiado de Cambridge



con movilidad reducida. Estas paradas dispondrán de cámaras de televisión de circuito cerrado, de puntos de ayuda e información, máquinas expendedoras de billetes, aparcamientos para bicicletas (modo muy utilizado en Cambridge) y de aparcamientos de disuasión, que también serán de calidad, con el fin de atraer los máximos usuarios posibles que aparquen su vehículo y luego utilicen el transporte público.

La implantación de la línea está suponiendo un proceso muy largo. El plan de negocios del año 2002 ya definía todas las ventajas, el coste, etc. Hubo que esperar hasta el año 2003 para que se aprobaran los fondos, lo que permitió pasar a la siguiente fase: proceso de información pública, entre septiembre y diciembre de 2004. En esta investigación se ponían todas las objeciones posibles: si tendría que ser un ferrocarril, su impacto sobre el medio ambiente, la ecología, etc. El resultado de esa investigación pública tardó un año y, por fin, en junio de 2006, se consiguió la aprobación final de la financiación. La construcción acaba de empezar hace un par de semanas, y está previsto empezar la explotación en invierno del año 2008.

Los costes del sistema han supuesto 170 millones de euros; como se trata de 25 km de longitud, se llega a la cifra de 6,7 millones de euros por kilómetro. Esta cifra en el Reino Unido resulta muy barata, si se compara con la construcción de un tranvía.

La financiación del sistema ha provenido una parte, 135 millones de euros, del Ministerio responsable del transporte público y el resto, 35 millones de euros, lo financian una serie de promotores que están construyendo en estas zonas, ya que la implantación de este autobús guiado se considera clave para la ubicación de nuevas residencias en la zona.

Figura 66: Detalle de la vía de guiado



En cuanto a la demanda prevista, el primer año se prevén 11.000 usuarios diarios, y se espera aumentar esta cifra hasta alcanzar 20.000 pasajeros diarios pasados 10 años.

La construcción de la vía de guiado trata de una serie de vigas de hormigón prefabricadas que se colocan sobre otras piezas transversales de hormigón también prefabricadas, adecuándolas a las condiciones del suelo, rellenando el espacio entre las vigas. Las ventajas de esta técnica es que hay una producción prefabricada con un control

estricto de la calidad. Se controlan las tensiones de los moldes para tener unas tolerancias muy bajas, con una especificación muy precisa.

4.2 · Sistema TEOR en Rouen (Francia)

**Werner Kutil, Responsable de relaciones internacionales,
TCAR-Veolia Transport**

El grupo Veolia Transport opera sistemas de transporte en 26 países de todo el mundo: metro, metro ligero, autobús, ferries, taxi, trenes, etc. En España, opera las 2 líneas del tranvía de Barcelona (Trambaix y Trambesòs) y la red urbana de transporte público de Pamplona. En total esta compañía opera 27.000 autobuses y 3.500 vehículos ferroviarios. En la actualidad, Veolia Transport opera 12 sistemas de metro ligero en el mundo, y muy pronto aumentará a 16 con Marsella y Niza, en Francia, Jerusalén en Israel y un sistema de metro ligero en la región de San Diego, en Estados Unidos.

Este grupo opera los BHNS franceses (autobuses de alto nivel de servicio), que son como los BRT ingleses (Bus Rapid Transit), también el TransMilenio en Bogotá (Colombia), el sistema MAX en Las Vegas, el sistema VIVA en York, en la zona suburbana de Toronto (Canadá), y, por supuesto, el sistema TEOR en Rouen. TCAR es la filial de Veolia Transport que opera el sistema TEOR por cuenta de la comunidad de la aglomeración ruanesa. El caso de Rouen es especial, ya que tiene un sistema de metro ligero que coexiste con el sistema TEOR, que consiste en un sistema BRT con guiado óptico, siendo el primero de este tipo en el mundo.

La región metropolitana de Rouen está situada en Normandía, a unos 120 km al noroeste de París. Está formada por 37 municipios, con una población de 400.000 habitantes y una superficie de 321 km². Desde hace unos años, la autoridad competente para el transporte público y la TCAR han desarrollado progresivamente la red de transporte colectivo del área metropolitana de Rouen. Esta red cuenta con 2 líneas de metro ligero, 3 líneas TEOR y 34 líneas de autobús convencional. Además, TCAR opera servicios escolares, líneas de taxi y un servicio para personas de movilidad reducida.

Las 2 líneas de metro ligero se inauguraron en diciembre de 1994 y, a día de hoy, transportan

Figura 67: Trazado de las líneas de metro ligero de Rouen



60.000 pasajeros diarios. Estas líneas de metro ligero atraviesan 5 municipios, con 31 estaciones, y una longitud total de 15,1 km. El trazado en el área norte se sitúa en su mayoría en un túnel de 1.700 metros, con 4 estaciones subterráneas; el paso sobre el río Sena se realiza sobre un puente de carretera y el trazado en la orilla sur es esencialmente en superficie. En Saint Server se divide en 2 ramales, uno va hacia Georges Braque y el otro hacia Technopôle. En total tiene 3 pasos subterráneos y una estación subterránea. La flota es de 28 vehículos de tipo TFS (Tranvía Francés Standard) de Alstom.

Desde la puesta en marcha del metro ligero, y para responder a las características particulares de la aglomeración ruanesa, la comunidad ha estudiado diferentes posibilidades para crear una línea en vía propia en el eje este-oeste. Las soluciones propuestas fueron un sistema de metro ligero, el TVR como existe en Caen y en Nancy, un teleférico, y un autobús optimizado. En 1999 se tomó la decisión de construir un sistema de autobuses de alto nivel de servicio, llamado TEOR, que significa Transporte Este Oeste de Rouen.

Figura 68: Red de transporte colectivo de Rouen



Las líneas regulares de autobuses y taxi están organizadas de forma que por un lado cubren el resto de la zona metropolitana, y por otro lado, comunican a nuestros clientes con los dos modos principales de la red: TEOR y metro ligero. Existe una tarifa única en toda la aglomeración: una persona puede utilizar su billete durante una hora desde el momento de su validación, todas las veces que quiera, ya sea en autobús TEOR, metro ligero o taxi.

La implantación del sistema TEOR se está realizando en dos fases: la primera se terminó en 2001, y en ella se pusieron en marcha 25,6 km y 41 estaciones; al término de la segunda fase, cuya finalización está prevista para principios del 2007, el sistema TEOR contará con 38

km y 52 estaciones. Existe un tronco común de 4 km de longitud para las 3 líneas de TEOR, con 10 estaciones comunes; en esta parte TEOR circula exclusivamente en vía propia protegida.

Actualmente, la flota de autobuses de las tres líneas TEOR es de 38 vehículos AGORA, a los que hay que añadir 28 vehículos CITELIS que se incorporarán para la ampliación; los vehículos son fabricados por Irisbus y funcionan con el guiado óptico de SIEMENS. Este dispositivo de guiado óptico permite una accesibilidad perfecta en las estaciones.

Figura 69: Vehículo AGORA del sistema TEOR

Las características de los vehículos AGORA son:

- ▶ Alimentados por gasoil desulfurizado
- ▶ Guiado óptico
- ▶ Accesible a las PMR y cochecitos de niño
- ▶ Climatización
- ▶ Longitud: 17,9 m
- ▶ Capacidad: 110 plazas (34 sentados)
- ▶ 4 puertas dobles de acceso

Las características de los vehículos CITELIS son:

- ▶ Alimentados por diester (gasoil + aceite de colza)
- ▶ EURO III
- ▶ Guiado óptico
- ▶ Accesible a las PMR y cochecitos de niño
- ▶ Climatización
- ▶ Longitud: 18 m
- ▶ Capacidad: 110 plazas (39 sentados)
- ▶ 4 puertas dobles de acceso

Los vehículos CITELIS son similares a los AGORA pero incluyen unas modificaciones: la parte delantera y lateral del autobús tiene ventanas panorámicas, lo que proporciona una gran luminosidad en el interior; el puesto del conductor es más ergonómico y el dispositivo del guiado óptico está fijado sobre el techo y no dentro del autobús (como en los AGORA). Esta última característica hace que el nuevo ángulo de la cámara mejore la eficacia y la precisión del guiado óptico.

Los vehículos TEOR circulan alternativamente por tres tipos de vías: vía protegida, vía reservada y vía integrada. En la vía protegida los vehículos TEOR circulan en doble sentido por una calzada exclusiva para TEOR, y a la que pueden acceder los coches de emergencias y otros vehículos, en caso necesario. En la vía reservada, TEOR circula sobre una calzada que sólo es transitable por otros vehículos de manera puntual. Y, en la vía integrada los vehículos TEOR comparten la calzada con el resto de vehículos.

Figura 70: Vehículo CITELIS**Figura 71: Diferentes tipos de viario por los que circula TEOR**

Parece raro que después de haber invertido en 2 líneas de metro ligero se plantee la posibilidad de introducir este nuevo sistema en la red de transporte colectivo. Entre las razones que permitieron la implantación de este autobús guiado en vía propia destacan:

- ▶ los costes de construcción por kilómetro, que eran 5 veces inferiores a los del metro ligero existente que, por otro lado, fue más caro de lo normal por tener gran parte del recorrido soterrado
- ▶ los costes de operación por kilómetro también eran inferiores a los del metro ligero: 1,4 veces inferiores
- ▶ el trazado de la línea tenía que salvar las importantes cuestas que existen alrededor de Rouen (con pendientes cercanas al 10%)
- ▶ la demanda en esta zona era más dispersa que en el eje norte-sur, por el que discurre el metro ligero, debido a una densidad de población más baja
- ▶ los autobuses tienen la ventaja de poder salir del sistema en vía propia para servir zonas de baja demanda
- ▶ el sistema TEOR podía implantarse en un período de tiempo muy corto, ya que el período de construcción es la mitad del que tenía el metro ligero

Figura 72: Autobús AGORA en una parada



El objetivo de la puesta en marcha de este sistema es ofrecer a la población ruanesa un modo de transporte público con la misma calidad de servicio que un metro ligero, con una velocidad comercial estimada en 18 km/h en 2007; que tuviera una buena regularidad gracias a la vía propia, a la prioridad semafórica y al guiado óptico; que fuera totalmente accesible con unas estaciones totalmente equipadas con dispositivos de información en tiempo real para los viajeros.

El coste total del proyecto TEOR se eleva a 164,9 millones de euros (6,4 millones de euros/km), incluyendo el material móvil que supone 29,5 millones en total (66 vehículos); esta cantidad incluye también los costes de la construcción de un aparcamiento de 1.000 plazas en la terminal de intercambio al oeste de la aglomeración, un túnel para la circulación en la parte troncal y un puente ferroviario que fue construido para desviar la línea T1.

Las líneas TEOR ofrecen varios dispositivos que optimizan la funcionalidad de este modo de transporte: vías protegidas o reservadas, una distancia intermedia entre estaciones de algo más de 500 metros, distribuidores de billetes en las estaciones y prioridad semafórica en la mayor parte de su recorrido.

TEOR tiene su identidad propia: las vías están pintadas en rojo y todas las estaciones de TEOR tienen el mismo diseño, arquitectura y las mismas funcionalidades, y los vehículos TEOR están pintados de azul.

El aparcamiento situado al lado de la terminal de intercambio, en la que concurren 5 líneas de autobús y 3 líneas TEOR, tiene un funcionamiento peculiar: se ha creado un nuevo título de transporte, “inciter”, que permite ir al centro pagando 3,50 euros, de manera que cada pasajero del vehículo recibe un billete “inciter” válido para dos viajes, por ejemplo una ida y una vuelta en cualquier línea de metro ligero o de autobús. Parece una buena solución para acceder rápida y económicamente al centro de la ciudad desde el oeste de la aglomeración, sin necesidad de tener que buscar un aparcamiento en el centro de la ciudad que, además, costaría mucho más caro.

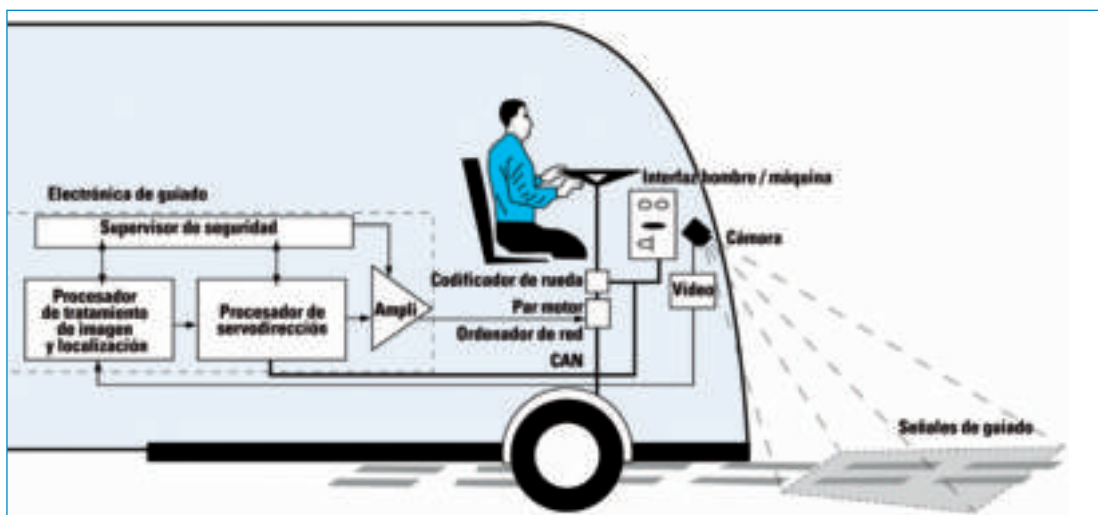
Se garantiza una accesibilidad óptima gracias al sistema de guiado óptico que permite el acercamiento con una distancia mínima entre el andén y el vehículo; además, la entrada y salida de los pasajeros en el autobús se efectúa a nivel del andén, a una altura de 27 cm. Las estaciones están equipadas con rampas para facilitar el acceso a las personas de movilidad reducida, cochecitos de niños, etc. En el año 2006, el sistema TEOR ha ganado la Palma de Accesibilidad en la ceremonia del Palmarés 2005 de las ciudades y las regiones de Francia otorgado por la revista Ville et Transport.

Figura 73: Accesibilidad al andén mediante guiado óptico



El guiado óptico permite una parada en estación con una distancia constante de menos de 5 cm de media entre el vehículo y el andén de la estación, que tiene una altura de 27 cm. De esta manera, se ofrece a todos los pasajeros un acceso sin escalón y sin equipamiento complementario, es decir, ausencia de plataforma retráctil. La parada se efectúa siempre de manera precisa y no depende del conductor. La cámara lee las marcas discontinuas pintadas sobre el asfalto y de esta forma se le impone al vehículo la trayectoria óptima. Las marcas comienzan a unos 30 metros antes de las estaciones y el análisis de la posición con respecto a la vía lo realiza un ordenador que transmite directamente al volante de dirección las órdenes necesarias, de ma-

Figura 74: Esquema de funcionamiento del guiado óptico



nera que el autobús es guiado al andén de cada estación para entrar y salir; después, cuando sale de la estación hay una señal sonora que avisa al conductor para que retome la conducción manual (el conductor puede, en todo momento, pasar de una conducción guiada a manual).

Figura 75: Cuadro de conducción del autobús AGORA guiado



El resultado de la última encuesta de satisfacción realizada en noviembre de 2004 muestra que los clientes están muy satisfechos con el servicio TEOR, siendo los principales factores de su satisfacción la mejora de la velocidad, la regularidad, la accesibilidad y la comodidad gracias al guiado óptico.

En Rouen, en la actualidad se realizan unos 32.000 viajes diarios en TEOR y la imagen del transporte público sobre el eje este-oeste ha mejorado considerablemente pudiendo, por tanto, afirmar que este sistema representa una alternativa interesante y de buena calidad para los colectivos que no quieren comprometerse en un sistema más costoso (como es el caso de los metros ligeros) o que quieren simplemente completar las líneas de transporte colectivo en vía propia ya existente.

Las líneas TEOR están concebidas para garantizar los desplazamientos diarios de varias decenas de miles de viajeros en condiciones equivalentes a las líneas de metro ligero gracias a nuevas infraestructuras destinadas a garantizar una velocidad comercial, con un material móvil eficaz e innovador y equipamientos en la estación de excelente calidad.

El sistema TEOR ha demostrado, como antes lo hizo el metro ligero en el eje norte y sur, que podía satisfacer las expectativas en materia de velocidad, regularidad, puntualidad, comodidad y accesibilidad, para hacer progresar la red entera de transporte en la aglomeración ruanesa, en términos de frecuencia e imagen.

4.3 · El Trolebús guiado de Castellón (España)

Javier Moliner, Concejal de Urbanismo del Ayuntamiento de Castellón

Castellón es una ciudad de tamaño mediano que, a partir del año 2000, experimenta un importantísimo crecimiento demográfico, en torno al 20% de su población urbana. El principal cambio se produce de una ciudad con un origen agrícola y, por tanto, muy apelmazada en su estructura urbana, a la creación de nuevas zonas externas de crecimientos urbanísticos más modernos y con mayores espacios para poder hacer intervenciones.

Sin duda, eso ha condicionado la historia del transporte urbano en Castellón; un transporte urbano concebido precisamente para una ciudad pequeña y con unas características geográficas donde era difícil hacer cualquier intervención más allá del paso convencional de los autobuses urbanos, que han ido creciendo a la vez que la ciudad ha ido evolucionando. Sin embargo, llegado un momento se detecta de forma clara que no tiene posibilidad de crecimiento ni en

cuanto a calidad de servicio, ni en cuanto a número de viajeros, ni en cuanto a nuevas líneas, puesto que la ciudad se encuentra colmatada tanto de tráfico rodado como de tráfico de transporte urbano. A partir de ese momento se inicia, por parte del Ayuntamiento de Castellón, un trabajo de diseño de un plan de movilidad que permita establecer cuáles deberían ser las apuestas de futuro en relación al movimiento de las personas dentro de la trama urbana. Se trata de ofrecer soluciones más allá de lo que era estudiar únicamente los desplazamientos que hasta ahora se había hecho, y generar nuevos flujos de personas que puedan contribuir no sólo a facilitar la movilidad de las personas en la trama de Castellón sino además potenciar distintos núcleos, que de una forma evidente se van consolidando como zonas de crecimiento y de dinamismo comercial, empresarial y estudiantil en la ciudad.

En la actualidad, la ciudad de Castellón tiene algo más de 180.000 habitantes, mientras que su área metropolitana alcanza los 300.000. En ella se detectan una serie de focos que aglutinan el 70% de las necesidades de movilidad en esa trama, al igual que ocurre en otras ciudades: la universidad, los centros hospitalarios, los centros comerciales, los centros de ocio, los barrios periféricos o zonas residenciales diseminadas, y las localidades limítrofes que conforman el área metropolitana (Benicasim, Almazora, Burriana y Villareal).

Cuando se analiza la situación de las personas que viven en el área metropolitana, se entiende que es necesario abordar el problema con una solución que sea sostenible. Por un lado, sostenible en lo ambiental, por favorecer mecanismos que no generen mayor presencia de vehículos y, por tanto, mayor combustión de hidrocarburos procedentes del petróleo contribuyendo a contaminar el aire de la zona. Por otro lado, sostenible económicamente, puesto que algunas actuaciones suponen unos incrementos de costes que deben asumir los ayuntamientos en su partida de transporte urbano.

En el año 2004, la Generalitat Valenciana decide implantar en Castellón un nuevo sistema de transporte, que incluye en su plan de infraestructuras estratégicas, y que se define como el TVRCAS, Transporte en Vías Reservadas de Castellón, que consiste en una red de plataformas

Figura 76: Trazado del TVRCAS



reservadas para el área metropolitana de Castellón, con casi 20 km de longitud en la primera fase (en estos momentos en construcción), que une la Universidad Jaume I con el Paseo de Rivalta, prácticamente en el centro de la ciudad. Las futuras ampliaciones tendrán conexión con el distrito marítimo de la ciudad, con la localidad de Benicasim, a través del eje costero, y con dos ramales saliendo desde el centro de la ciudad de Castellón en dirección a Almazora, Burriana y en dirección a Villareal.

Este sistema une los grandes generadores de movimientos en el área metropolitana: una la universidad con la estación de autobuses, la estación de ferrocarril y la futura estación de AVE, el centro de la ciudad, áreas comerciales, el propio distrito marítimo y toda la zona costera de desarrollo turístico de Benicasim. Viene a marcar un eje en torno al cual se genera un porcentaje elevadísimo, en torno al 70%, de los movimientos que los ciudadanos de Castellón realizan habitualmente.

Esta intervención, que en estos momentos tiene un tramo en obras y otros tramos en fase de contratación, tiene un presupuesto total de 40 millones de euros: 13,3 la primera fase y 27 la fase restante. Este nuevo sistema de transporte va a generar diferentes tipologías de redes, tipologías de vías en función de las características por donde pasa, puesto que esta línea, saliendo de la universidad, una zona consolidada de grandes espacios en los que va a ser posible generar vías reservadas con facilidad, va a tener que utilizar vías compartidas cuando acceda al casco histórico de Castellón, en el que en ocasiones el TVRCAS va a tener que pasar por calles de apenas 8 metros de anchura y con una alta densidad comercial. Sin duda hubiese sido más fácil recurrir a las vías periféricas en la zona del ensanche urbano, zonas con mayor facilidad de inserción por mayor disposición de espacios, pero sin embargo, el éxito de estos sistemas radica en que atraviesen las zonas de mayor densidad, y por tanto, las zonas de mayor demanda. Por tanto, se apuesta por que atraviese el centro de la ciudad y que pase por todos los núcleos que generan mayor cantidad de movimientos, aun con la circunstancia de que se tengan que utilizar distintos tipos de vías en función de cada uno de los tramos.

En cuanto a las características del sistema, el acondicionamiento de las vías permite y genera posibilidades de permeabilizar estos sistemas de forma que puedan salirse vehículos determinados de estas vías, permite definir el guiado de forma que nunca quede una holgura mayor de 5 cm en las paradas, y permite diseñar un sistema que sea, además de un sistema de transporte, un icono para la ciudad. Con este sistema se pretende que Castellón se sitúe en unos niveles de innovación y de apuesta por el transporte público en los que hasta ahora no estaba colocado; esto requiere, además de las calidades y de las cuestiones técnicas, apostar por un diseño que le ofrezca una imagen, una marca y un icono para la ciudad.

El TVRCAS se diferencia del de Rouen en el sistema de captación de energía que, en el caso de Castellón, se apuesta por un sistema híbrido en el cual se permitan las 3 posibilidades: obtención de energía vía catenaria (similar a la que se obtiene en un tranvía) y la capacidad de poder movernos sin la generación de ningún tipo de humos en una parte fundamental del re-

corrido; almacenamiento de energía en baterías, lo cual permite una cierta autonomía en tramos en los que la ubicación de la catenaria tenga dificultades (el casco antiguo, que por sus características geográficas hace imposible la colocación de una catenaria en el centro), y tendrá capacidad de almacenar energía para tener autonomía en esos tramos más urbanos; y por último, tiene la posibilidad de utilizar un motor diesel para aquellas situaciones en las que tenga que salirse del recorrido convencional.

Por otro lado, también utiliza un sistema de preferencia semafórica con una sincronización de todos los cruces de la ciudad en torno a los elementos vertebradores que utiliza el TVRCAS, y de preferencia en todos los cruces en los que opera, con las consiguientes ventajas de enrasado y accesibilidad a las paradas.

Todas estas características comentadas hacen que el TVRCAS tenga una serie de ventajas sobre otros sistemas de transporte:

- ▶ La posibilidad de un consumo de energía mixto garantiza, en condiciones normales, la sostenibilidad.
- ▶ Posee un itinerario versátil que se adapta al tráfico con la posibilidad, frente a otros sistemas, de poder salirse de su recorrido previsto para poder adaptarse a una obra o a cualquier incidencia que ocurra.
- ▶ La plataforma sobre rasante no genera ningún tipo de barrera urbana, ni tampoco impide la entrada de vehículos no autorizados.
- ▶ Es muy eficaz, pues ofrece una garantía de cumplimiento de horarios controlada con un sistema SAE que permite la información y el control vía GPS de la presencia y de la ubicación concreta de cada uno de los vehículos.
- ▶ Se trata de un sistema que combina perfectamente la accesibilidad, la capacidad de un transporte y la regularidad de un tranvía con la flexibilidad y la adaptación de un sistema de autobuses, con la ventaja de la captación de energía vía catenaria o vía batería, lo cual le garantiza una imagen y una realidad de contribución a cuestiones ambientales importante.
- ▶ La ventaja fundamental es la posibilidad de compartir espacios con vehículos y peatones en el casco histórico que, por su singularidad, hacía absolutamente necesario que el sistema pasase por allí puesto que es un foco de generación de demanda muy importante, y uno de los grandes activos que tiene la ciudad por su dinamismo, por su ambiente, por su oferta permanente de ocio, comercio y cultura.

Desde el ayuntamiento de Castellón, se quería que el transporte en vía reservada, el TVRCAS, contribuyese a un cambio en la imagen de la ciudad; en este sentido, la capacidad de atraer un mayor número de usuarios va indisolublemente ligada a la generación de una imagen que favorezca el concepto de apuesta por algo innovador, por algo que transforma lo actualmente existente. Para ello era necesario aportar al sistema elementos que convirtiesen realmente el transporte público en una competencia directa con el transporte privado, y no en un complemento del transporte privado, y eso a veces se hace con cuestiones de imagen. En este caso, toda la zona por donde va a pasar el TVRCAS va a experimentar una transformación urbana,

Figura 77: Transformación de la imagen de Castellón



así como la construcción de un puente singular sobre el río de la ciudad, que va a ser la imagen de todo el proyecto.

El TVRCAS es una apuesta clara por el embellecimiento urbano, por la remodelación de viales, en una dimensión que va más allá del sistema de transporte y que supone un cambio en el paisaje urbano que la ciudad de Castellón ofrece a sus ciudadanos y a sus visitantes. También, es un elemento vertebrador que permite la integración urbana. Así, barrios que en estos momentos se encuentran separados del centro de la ciudad, estando desintegrados por el propio crecimiento, y ahora pueden integrarse socialmente a nuestra ciudad a través de este proyecto que mejorará la calidad de vida y el dinamismo de estas zonas de Castellón.

El sistema entrará en funcionamiento a mediados del 2007. Siguiendo la influencia de ejemplos como el que se ha comentado de Rouen, se ha querido desde la ciudad de Castellón cambiar y apostar por uno de los sistemas más innovadores de Europa, y que este año en el proyecto Citymovil junto con un sistema de transporte en el aeropuerto de Heathrow, en Londres, y el sistema de transporte público por el que se apuesta en la ciudad de Roma, nos ha hecho merecedores de un reconocimiento por parte de la Unión Europea. Y esa apuesta que se hizo por uno de los sistemas más innovadores que existían valía la pena.

Coloquio sobre las sesiones 3 y 4

P · Javier Latorre, Gerente de la Empresa de Transportes de Vitoria. La pregunta va dirigida a Sébastien Rabuel y Ashley Curtis. ¿Cuándo conviene utilizar metro ligero y cuándo conviene utilizar los sistemas de autobús de alta calidad?. ¿Existe algún tipo de nivel técnico en el que no incurran las decisiones políticas?

R · Sébastien Rabuel. La cuestión no se trata de si poner BRT o metro ligero, sino que dependen de muchos factores. Por un lado, la demanda es muy importante: los autobuses en las ciudades europeas llevan hasta 3.500 pasajeros por hora y sentido, en el tramo más cargado. Por otro lado, están los factores geográficos y demográficos de las ciudades: en Rouen hay pendientes y hay vías muy estrechas. También hay que tener en cuenta el presupuesto. Pero, al final, la decisión es política.

R · Damien Garrigue. Desde nuestra experiencia francesa hay que señalar que la capacidad de transporte es uno de los factores más importantes a la hora de decidir si se utiliza un sistema BRT o un sistema de metro ligero, o por lo menos en Francia es así. La cuestión es cómo crear una red en ciudades pequeñas de la misma naturaleza que los tranvías pero con una capacidad insuficiente para justificar la implantación de un sistema de tranvía. Por tanto, hay muchos elementos que hay que tener en cuenta para decidir si poner un BRT o un metro ligero. Por ejemplo, con el autobús, hay calles muy estrechas.

R · Ashley Curtis. Desde el punto de vista de la experiencia inglesa, existen 3 factores fundamentales a tener en cuenta y por los cuales llamamos a este sistema "BRT": flexibilidad del autobús, nivel de servicio y coste de la infraestructura. Estos son los elementos que han sido considerados por todas las autoridades británicas para tomar estas decisiones.

R · Damien Garrigue. En Nantes ahora hay tranvía y un sistema de autobús con alto nivel de servicio. Inicialmente, esta línea estaba prevista para ser de metro ligero, pero finalmente se decidió hacer una línea de autobús que comunicara muy bien el corredor, conservando la calidad del servicio de las líneas de tranvía. Esta decisión fue tanto económica como técnica. Cuando se hace un proyecto de autobús con alto nivel de servicio es muy importante tener todas las herramientas para que funcione bien; es decir, coger sitio a los coches para que la gente utilice el sistema de transporte. Porque lo que he visto esta mañana en Madrid es que seguimos construyendo vías para comunicar todas las zonas de nueva urbanización y también construimos infraestructuras para los transportes pero no disminuimos las infraestructuras para los coches; y creo que esto es importante si queremos aumentar la parte de utilización del transporte público, autobús o tranvía, frente al coche.

R · Sébastien Rabuel. Se ha hablado que en Madrid el metro ligero está visto como un metro de menos calidad. En este sentido, se podría decir lo mismo para los autobuses de alto nivel de servicio, ya que se trata de una alternativa, no necesariamente mejor que el metro ligero. Ambas opciones tienen por objetivo ocupar el sitio de los coches.

P · John Carr, Public Transport. *¿Cómo se puede mejorar la percepción de los autobuses por personas que generalmente utilizan su coche para ir a trabajar cada día a pesar de tener la opción de ir en autobús?. Pregunta para Werner y Ashley, en relación a los factores humanos, y para Bob y Damien, en relación a los vehículos.*

R · Ashley Curtis. Los conductores de autobuses tienen un papel muy importante y hay que tenerlos en cuenta en el sistema BRT. La empresa que ha puesto en marcha el Fastrack ha formado a todos sus conductores, se les ha informado sobre el sistema, el cliente, la imagen pública, etc. Esto es muy importante porque ellos son el punto de contacto con el usuario: toda la percepción del usuario la recibe de los conductores y de la infraestructura que ven. Así que es fundamental que el factor humano sea un punto importante.

R · Werner Kutil. En Rouen se ha hecho un estudio con los conductores de autobuses y el resultado ha sido que la gran mayoría afirma que el sistema de guiado óptico requiere menos concentración en la operación de entrada y salida de los pasajeros del autobús; también dicen que se cansan menos y, por tanto, tienen una mejor actitud de cara al usuario pudiéndoles ofrecer un servicio más adecuado. En cuanto a las condiciones de conducción, obviamente el sistema óptico tiene la ventaja de aproximarse suavemente a la estación. En cuanto a los inconvenientes del sistema BRT, si no se pone en marcha con todas las prestaciones necesarias y adecuadas, es fácil que no tenga el resultado esperado. Así, en Rouen, hubo una primera fase en la que se calculó erróneamente el asfalto, originando una erosión en la calzada y esto, al cabo del tiempo, generó un peldaño vertical. Hubo que reparar ese asfalto, poniendo un asfalto diferente. En definitiva, hay que tener en cuenta todos estos elementos.

R · Bob Menzies. En Leeds y en Essen se han hecho muchas estimaciones, llegando a suspensiones muy buenas y robustas de los autobuses. En cuanto a los conductores, éstos son una pieza fundamental en la operación de estos autobuses, y todos quieren trabajar en este nuevo sistema de autobuses guiado, puesto que se considera un nivel de trabajo superior. Obviamente, se va a elegir a los mejores conductores.

Yo tengo una obsesión con las tolerancias que estamos marcando para la construcción de las vigas de guiado, y de ahí que hiciéramos estas encuestas en Leeds y en Essen sobre las tolerancias de guiado con los que se han construido allí esos sistemas. Estoy convencido que podemos mantener estas tolerancias tan estrictas, y junto con la robustez de la construcción, en los autobuses no será un problema debido a la conducción tan suave que experimentarán. Estoy de acuerdo con lo que Ashley ha dicho sobre los conductores en Kent y sé, por las conversaciones mantenidas con personas relacionadas con el sistema de autobuses en operación en Adelaida, que los conductores ven estas líneas como las mejores, quieren trabajar en estas líneas que operan con autobuses guiados, lo ven como el trabajo de más categoría y esto se va a traducir en que vas a emplear a los mejores conductores, los más cualificados. También sabemos de nuestra experiencia en el Condado de Cambridge con los aparcamientos de disuación, que incluso usando autobuses de segunda mano, la gente ve el servicio de aparcamientos de disuación como un servicio de calidad, y eso que a lo mejor es el mismo autobús pero con otro diseño. Encuestas a los usuarios de los aparcamientos de disuación en Cambridge muestran que el cuarenta y pico por ciento de ellos

nunca usan el transporte público. No ven los servicios de los aparcamientos de disuación como transporte público, porque en el Reino Unido, el transporte público es entendido como de clases bajas y no para una persona de clase alta.

R · **Damien Garrigue.** En Leeds y Bradford, a los conductores les gustan los autobuses guiados y, en ambos casos, han sido todo un éxito a la hora de atraer a los usuarios del vehículo privado gracias a su fiabilidad. En cuanto a las autoridades, creo que es fundamental que se haga un buen mantenimiento del firme de la plataforma para que haya una buena conducción. También se podrían utilizar tecnologías ITS para ayudar a los conductores, ya que existen cursos de formación disponibles para asistir a los conductores.

P · Juan María Bigas, del Área Metropolitana de Barcelona. La pregunta es para el representante de Rouen. ¿Cuáles son las ventajas reales del guiado óptico en relación a la aproximación a la parada por delante de otros sistemas, como el de Nantes que, con unos bordillos biselados o redondeados, consiguen también que esa aproximación a la parada sea efectiva? Para el representante de Nantes, ¿hasta qué punto es viable que las plataformas reservadas del BusWay de Nantes sean utilizadas por otros autobuses de otras líneas? ¿sería posible que otras líneas en un momento determinado pudieran también utilizar ese tronco central para luego dispersarse por zonas suburbanas o de menor densidad?.

R · **Werner Kutil.** En Rouen, estamos muy satisfechos con el guiado de Siemens. Hay 3 errores por cada 10.000 acercamientos y, generalmente, son errores del ordenador. También hay bordillos en las estaciones por si acaso. De todas formas, existe un proyecto para mejorar el sistema de guiado óptico, mejorar las prestaciones en términos de confort, seguridad y economía, mejorar la función que permita reducir el hueco y también reducir la anchura de las vías por donde circula el vehículo.

R · **Damien Garrigue.** En relación a la utilización de la plataforma del BusWay de Nantes por otras líneas, en principio, la plataforma está reservada exclusivamente para esta línea. Los vehículos son especiales para dar una imagen muy fuerte a esta línea, de momento no está previsto abrir la plataforma a otros usuarios. En cuanto al acercamiento a las paradas, aún es pronto para ver los resultados ya que tan sólo hace dos semanas que está en servicio y los conductores están en formación.

P · Héctor Corazzini, de TEKIA Consultores. La pregunta es para Werner. El hecho de tener un tramo común en las líneas de TEOR, ¿no es un problema para mantener una frecuencia de tres minutos?. ¿Es una ventaja la posibilidad de que los autobuses puedan adelantarse, autobuses de distintas líneas, cosa que no puede hacer un tranvía fácilmente si se quiere mantener un tramo común reservado?.

R · **Werner Kutil.** En principio, la frecuencia de 3 minutos en el tramo no parece un problema gracias a la prioridad semafórica. De hecho, el límite es de dos minutos y medio. Por otro lado, si quisiéramos bajar de dos minutos pero no por mantener una frecuencia de paso

de los vehículos que pasan por ahí, sino por meter distintas líneas por el mismo carril reservado, podría ser viable con autobuses, no con tranvías.

R · **Ashley Curtis.** En cuanto a la relación de las paradas con los vehículos convencionales, es importante decir que no sólo se trata de la relación con las paradas, sino la relación de toda la red de transporte público, es decir, que en definitiva el objetivo es mejorar la calidad del transporte público. En UK, uno de los principales resultados del BRT es aumentar las expectativas sobre la calidad del transporte público. Por ello, hay que mejorar el sistema BRT y proporcionar una buena calidad porque lo que ocurre con esto es que, como mejora la calidad del sistema BRT, el público empieza a pensar que el resto del sistema público de transporte también va a mejorar su calidad, va a esperar recibir la misma calidad.

P · Carlos Cristóbal, del CRTM. ¿Es la implantación de este tipo de autobuses de alto nivel de servicio un impulsor del desarrollo residencial y económico en el entorno de la línea como podría ser una actuación de metro ligero? ¿En qué medida la actuación va a impulsar o está impulsando ya el desarrollo económico en el entorno?

R · **Bob Menzies.** En Cambridge la gente quiere desarrollarse económicamente, y la imagen no resulta tan importante. El objetivo es que el BRT se utilice en el norte de Inglaterra, donde las ciudades están decayendo. En Cambridgeshire, el promotor que quiere construir una nueva ciudad, financia todo el costo de las consultas al público y lo hace a riesgo propio. En este caso se vio que el sistema BRT era el mejor. En cambio en Leeds no fue así. Para que los usuarios sigan utilizando el sistema que sea, ese sistema tiene que ser eficaz, y el sistema BRT es eficaz. Es importante que la gente entienda en qué consiste el sistema BRT, y en Cambridge lo han hecho, y los prejuicios que tienen los han dejado aparte porque reconocen que es una opción viable y eficaz, en definitiva, es una buena opción.

R · **Werner Kutil.** Cuando TEOR se puso en servicio había 2 vehículos CIVIS, muy modernos y muy caros, pero que tienen un diseño muy perfecto para implementar este sistema. Había que poner vehículos muy modernos para atraer a la gente a utilizarlos. El sistema TEOR pasa por un eje dentro de un área urbana de Rouen en la que se ha notado un aumento en el valor de las viviendas, alrededor de un 30%.

P · Vasilis Sgouris de Volos, Grecia. En esta sesión hemos tenido las experiencias positivas de autobuses, intentando evitar el metro ligero, pero tomando algunas de sus ventajas como los corredores exclusivos u otras características. A las ciudades con ambos sistemas me gustaría preguntarles, comparando metro ligero con sistemas de autobús de calidad, ¿qué dirían, en términos de servicios ofrecido, en términos de aceptación del usuario, en términos de costes de operación y adaptación al ámbito urbano?

R · **Damien Garrigue.** Nosotros tenemos ambos en Nantes y creo que la aceptación por el público usuario ahora es igual para el tranvía que para el busway. Ofrecemos el mismo servicio, confort, regularidad, frecuencia, y todo sin problemas, así que la gente lo percibe como la misma cosa, saben que usando el tranvía o el busway reciben el mismo servicio.

Así pues, la aceptación es buena. La diferencia para nosotros, la principal diferencia radica en la capacidad del sistema. Cada línea de nuestra red de tranvías puede llevar unas 100.000 personas al día. En el BusWay, transportamos 30.000 personas al día, así que adaptamos el sistema a las condiciones de cada momento. Y respecto a la integración urbana, es cierto que es más fácil integrar un tranvía en el centro de la ciudad que un autobús, porque con el tranvía usas adoquines y cosas así, pero para autobuses necesitas una plataforma y ésta tendrá que ser de asfalto u hormigón. Es más difícil la integración con el asfalto u hormigón, pero puedes hacer un esfuerzo y hacer algo limpio y bien integrado. Nosotros actuamos en la autopista, haciéndola un bulevar urbano que la gente puede cruzar y recorrer sin ningún problema.

P · Vasilis Sgouris de Volos, Grecia. Si tuviera que elegir ahora, ¿habría sido la capacidad lo que le hubiera hecho decidir? Quiero decir, ¿sólo capacidad y coste, o financiación?

R · Damien Garrigue. Sí, ambos. De hecho, si quiere transportar del orden de 20 a 30.000 personas al día, de esta manera pagará 7 millones de euros/km. Si quiere transportar tres veces esa capacidad, necesita el triple de inversión, así que adaptamos la capacidad a la inversión. Viene a salir el mismo precio por viajero transportado.

R · Gerd Sammer. Quiero hacer un breve comentario a esta pregunta sobre qué es mejor o más recomendable, si un BRT o un tranvía o metro ligero. Sabemos que hay una gran diferencia en el tema medioambiental con las emisiones de gases, dependiendo del motor que se emplee. Esto debería tenerse en cuenta, y por ejemplo, en ciudades donde existen problemas ambientales, la tracción eléctrica tiene una gran ventaja. También sabemos que el usuario prefiere un sistema ferroviario a un autobús convencional. Esto significa que hay una gran diferencia en la manera en que puedes promocionarlo, es una cuestión de conciencia. También creo que uno de los principales asuntos es el sistema de financiación. Sabemos que para el mismo sistema de financiación, muchas administraciones prefieren autobuses porque son más baratos en cuanto a coste, normalmente. Todo esto significa que no podemos generalizar con qué es lo mejor, depende del marco y del medioambiente en cada caso, por lo tanto, siempre se debería llevar a cabo un estudio comparativo y luego tomar la decisión. Éste es mi consejo.

5 · Clausura

5.1 · Carlos Cristóbal. Coordinador del Seminario

En este Seminario se ha tratado un tema muy complejo y con muchos condicionantes. Allí donde parece que el aspecto económico no tiene mucha importancia, recuerdo una frase que una vez encontré en Internet de un político de Los Ángeles que decía algo así como “buses are boring, trams are sexy”, es decir los autobuses son aburridos, el tranvía es sexy. Parece que muchos políticos y técnicos también están por esa vía; yo creo que son políticos y técnicos para los que los temas económicos pesan poco. Por otra parte, allí donde el tema económico pesa mucho, también se ha desarrollado otra frase que yo creo que vende muy bien, y que es algo así como “think trains, use buses”, que significa piensa en tren y utiliza el autobús, es otra frase que se está utilizando mucho en este momento en Estados Unidos. Los temas yo creo que son muy complejos y por supuesto tampoco este seminario trataba de dar una luz única porque no la hay; y lo que sí pienso es que hay que estudiar todos los aspectos económicos, socioeconómicos, ambientales, de regeneración urbana, etc., tal y como el proyecto trata de estudiar; y veremos en qué medida somos capaces de dar respuestas sencillas a todas estas preguntas. Muchas gracias a todos.

5.2 · Isabel Martín. Primer Teniente Alcalde de Valdemoro

Primeramente hay que agradecer el esfuerzo y la dedicación de todos cuantos han hecho posible la celebración de este seminario sobre sistemas de transporte urbano en ciudades pequeñas y medianas, el apoyo que desde el Ayuntamiento de Valdemoro hemos recibido del Consorcio Regional de Transportes de Madrid, la presencia de los expertos procedentes de diversas ciudades de España y de Europa que nos han acompañado y la excelencia de los temas que se han tratado.

El Seminario Internacional que ahora se clausura nos ha permitido conocer el proyecto TranSURban, el desarrollo de sistemas de transporte para la regeneración urbana en el que participan seis ciudades europeas dentro del Programa Marco de Cooperación Interregional de la Unión Europea (INTERREG-IIIIC).

Se ha disertado sobre los detalles del desarrollo y puesta en marcha de diferentes iniciativas de metro ligero y autobuses de alto nivel de servicio en diversas ciudades. En este sentido, los técnicos y políticos responsables de estos proyectos han explicado con absoluta claridad cómo se diseñaron, cómo se eligieron en función de las necesidades particulares de cada entorno y cómo se ha logrado dar respuesta al problema del transporte en ámbito urbano. Cada una de estas experiencias nos va a permitir seguir avanzando en el logro de unos sistemas de transporte cada día más eficaces y más respetuosos con el medio ambiente, para poder, de este modo, dar soluciones a las crecientes necesidades de transporte de nuestras ciudades.

En este sentido, además, las demandas de la sociedad actual son cada día más exigentes pero no sólo en cuanto a la calidad y rapidez de los medios de locomoción sino también en relación con el respeto al entorno, la cohesión social y la garantía de un desarrollo sostenible. Por ello, es tan importante el apartado relativo al desarrollo de estrategias innovadoras, que ofrezcan un salto de calidad y permitan ofrecer nuevas alternativas de transporte, un elemento esencial en el desarrollo y vertebración de nuestras ciudades.

Reiterando el agradecimiento a todos cuantos han colaborado en la puesta en marcha de este proyecto y a los que están participando en su desarrollo, les deseo mucho éxito.

Queda clausurado este Seminario.

Centro de Actividades Educativas en Valdemoro, lugar de celebración del Seminario



ANEXO TRANSURBAN



Anexo · TranSURban

TranSURban (Transit Systems Development for Urban Regeneration o Desarrollo de Sistemas de Transporte Público para la Regeneración Urbana) es un proyecto dentro del marco de Cooperación Interregional INTERREG IIIC. Su presupuesto es de 1,44 M€, de los que 59% es financiado por la Unión Europea.

Puntos clave del proyecto:

- ▶ Evaluar los potenciales beneficios ambientales y energéticos, el impacto sobre el desarrollo socioeconómico, la intermodalidad y la regeneración urbana de los sistemas de Metro Ligero, Tranvía y Autobús de Alta Calidad de Servicio en las Ciudades de Tamaño Pequeño y Mediano.
- ▶ Intercambiar experiencias y conocimientos entre las ciudades con respecto a la introducción de estos Sistemas de Transporte, a su ampliación y/o actualización.
- ▶ Elaborar una serie de guías de Buenas Prácticas y manuales de aspectos técnicos (planificación, diseño, evaluación, financiación) para la implantación, modernización u operación de estos sistemas.

1 · INTERREG IIIC

TranSURban se encuentra dentro del programa INTERREG IIIC, un programa financiado por la Unión Europea que favorece la asociación de regiones europeas para trabajar juntos en proyectos comunes. Estos proyectos permiten a las regiones compartir sus conocimientos y experiencias, ayudándoles a aportar nuevas soluciones para los retos económicos, ambientales y sociales. El 98% de las regiones que forman la Unión Europea están participando en proyectos de INTERREG IIIC. Existen más de 250 proyectos activos, involucrando a 2.500 actores locales y regionales de 50 países, cuyo 20% pertenecen a los nuevos estados miembros.

2 · Antecedentes

Varias Pequeñas y Medianas Ciudades en Europa (en adelante, PyMCEs) están planteando la introducción de Sistemas de Transporte Rápido (Metro Ligero, Tranvía y Autobús de Alta Calidad de Servicio). Otras han implementado estos sistemas con éxito considerable. La introducción de estos sistemas es una costosa inversión, que además necesita una completa reorganización de la red viaria y, en la ma-

Socios del proyecto TranSURban



Simulación de un tranvía en Volos (Grecia)



yoría de los casos, una subvención para su explotación. Por tanto las ciudades se encuentran con muchas dificultades a la hora de implantar y explotar estos sistemas afrontando problemas de financiación y redistribución del viario, dados los altos costes de inversión requeridos comparados con los presupuestos de las PyMCEs y sus redes viarias normalmente limitadas. Sin embargo, además de las mejoras directas en el transporte y en la movilidad, estos sistemas tienen unos beneficios indirectos sobre el desarrollo socioeconómico, como la creación de empleo y la cohesión social, sobre el medio ambiente y la regeneración urbana. Por lo tanto,

existe la firme convicción de que el largo y dificultoso proceso de desarrollo e implantación se puede ver facilitado si se tienen en consideración los beneficios indirectos desde el principio.

3 · Objetivos y resultados esperados de TranSURban

Los objetivos específicos del proyecto son:

- ▶ Investigar los beneficios indirectos de los Sistemas de Transporte Urbano en lo que a regeneración urbana, creación de empleo, desarrollo socioeconómico y cohesión social, desarrollo sostenible y estética de la ciudad se refiere.
- ▶ Estudiar las cuestiones técnicas para lograr un sistema de transporte público alternativo, innovador y ecológico, así como las medidas necesarias a acompañar para una movilidad urbana sostenible.
- ▶ Evaluar el marco institucional y legal y los requisitos para implantar un sistema de transporte urbano, con especial referencia a las pequeñas y medianas ciudades.
- ▶ Estudiar la necesidad de mecanismos y procedimientos de financiación de instituciones y agencias financieras para la planificación, diseño, desarrollo, implantación, ampliación, modernización y actualización de los sistemas de transporte urbano.
- ▶ Evaluar los potenciales beneficios ambientales y energéticos, el impacto sobre el desarrollo socioeconómico, la intermodalidad y la regeneración urbana de los sistemas de Metro Ligero, Tranvía y Autobús de Alta Calidad de Servicio en las PyMCEs.
- ▶ Intercambiar experiencias y conocimientos entre las ciudades con respecto a la introducción de estos Sistemas de Transporte, a su ampliación y/o actualización.

Los documentos a obtener son los siguientes:

- ▶ Guía de Buenas Prácticas para la implementación y explotación de los Sistemas de Transporte Público (basado en la experiencia de varias ciudades europeas)
- ▶ Manual Técnico, de Planificación, Diseño, Evaluación e Implantación para las Autoridades y otros organismos responsables en las ciudades
- ▶ Guía para la Evaluación de los Impactos en el Desarrollo Socioeconómico (incluyendo el potencial de Regeneración Urbana y la Cohesión Social)
- ▶ Consejos sobre Intermodalidad y Actuaciones Complementarias

- ▶ Directrices para el Análisis Financiero y Métodos de Financiación
- ▶ Marcos y requisitos institucionales y legales, gobernanza municipal

4 · Socios del proyecto

Cada ciudad participante tiene diferente enfoque en el desarrollo del sistema de transporte, abarcando desde planes estratégicos y estudios de viabilidad hasta la implantación, ampliación y explotación del mismo, como se resume a continuación.

Volos y Nea Ionia Magnesia (Grecia) tienen respectivamente 82.439 y 31.612 habitantes, formando un núcleo de población de 114.051 habitantes en ambos municipios y 124.639 en su área metropolitana. Su estudio se centra en un plan estratégico de desarrollo, fomento y futura implantación de un nuevo Sistema de Transporte Urbano. El área urbana de Volos-Nea Ionia padece de una creciente congestión de tráfico debido a la elevada densidad de población (típica en ciudades griegas) y la falta de un sistema alternativo de transporte público atractivo al usuario, inicialmente basado en metro ligero. Es necesario considerar y apoyar un nuevo sistema de transporte para los ciudadanos. Esto se logrará con un plan estratégico que incluirá nuevas opciones de financiación, una creciente concienciación de los cargos públicos y políticos (incluyendo Gobierno Central), trabajo en colaboración con los organismos responsables (p.e. Ferrocarriles, Compañía de Autobuses, Policía de Tráfico, Asociación de Comerciantes, Cámara de Comercio e Industria, municipios contiguos, etc.). Se ha iniciado un proceso fundamental de negociaciones. También se procura escuchar los intereses de los futuros proveedores.

El condado de **Cambridge** (Reino Unido) con una población de 124.000 habitantes en 2005 en la ciudad y 588.900 habitantes en el Condado, es el área de mayor crecimiento del país y sus nuevos desarrollos urbanos quieren enfocarse hacia un desarrollo sostenible. Estos nuevos núcleos pretenden minimizar la necesidad de desplazamientos y así evitar que empeore la congestión que en la actualidad se sufre, maximizando el uso del transporte público, para lo cual se concentra el crecimiento a lo largo de corredores de transporte público. De ahí surge la idea de un nuevo sistema de autobús guiado, con una línea de 40 km de los que 25 km son guiados, para garantizar la alta fiabilidad, calidad y frecuencia del servicio, apoyado además en un sistema de aparcamientos periféricos de disuasión.

Simulación del Busway en Cambridge (Reino Unido)



Livorno (Italia), con cerca de 156.000 habitantes en la ciudad en 2004 y 336.446 en el área metropolitana, es una ciudad representativa de un gran número de ciudades italianas que tienen problemas similares con el tráfico, el medio ambiente y con la sostenibilidad en general. El transporte público en el área urbana es atendido por ATL (Compañía de Transporte Público de Livorno) con más de cien autobuses (30% de los cuales usan gas natural como

Autobús en Livorno (Italia)



combustible). La intención de la Autoridad de Transporte es mejorar y aumentar la oferta de transporte público mediante nuevos sistemas y soluciones. El principal objetivo de Livorno es estudiar la viabilidad de un carril rápido para autobuses, valorando los impactos relevantes sobre la cohesión social, la sostenibilidad, la congestión de tráfico y la oferta en la movilidad.

Estación de Linz (Austria)



Linz (Austria) tiene 188.968 habitantes y 271.000 en el área metropolitana (datos de 2006). Su objetivo es estudiar la vinculación de las inversiones en infraestructura de metro ligero con los desarrollos urbanos, la regeneración urbana y la creación de empleo. El problema es que las autoridades se encuentran con barreras institucionales y legales y con la

insuficiente concienciación pública de los accionistas, inversores y usuarios potenciales. El propósito es analizar estas barreras valorando los efectos actuales y potenciales de las inversiones.

Valdemoro (Madrid, España) necesita un nuevo sistema de transporte dado que es una ciudad sometida a un incremento poblacional enorme que multiplicará su población casi por dos en los próximos diez años, llegando a 110.000 habitantes. La población será principalmente gente joven que trabajará en otras ciudades, la mayoría en Madrid. Por ello existe la necesidad de conectar mediante transporte público la zona histórica de Valdemoro y las nuevas áreas residenciales con la línea de ferrocarril existente en el municipio. Para ello se están buscando nuevos métodos para financiar parte de la inversión en infraestructura, basándose en las plusvalías generadas por los nuevos desarrollos urbanos. Estas nuevas opciones están siendo estudiadas por el Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid (CRTM), Autoridad del Transporte Público en Madrid y ente responsable de desarrollar los sistemas de metro ligero. Además, el estudio de Valdemoro puede ser un ejemplo de posibles alternativas para el futuro en municipios con situaciones similares.

Las figuras de este libro corresponden a los distintos ponentes, excepto las siguientes:

- Carlos Cristóbal Pinto:

Fig. 33, Fig. 34, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 40, Portadilla Sesiones de tarde, Fig. 45, Fig. 46, Fig. 55 y Fig. 62.

- Miguel Ángel Delgado Ruiz:

Fig. 4, pág. 9 y pág. 87.

- Archivo fotográfico del Consorcio Regional de Transportes de Madrid:

Resto de imágenes.



Comunidad de Madrid

CONSEJERIA DE TRANSPORTES
E INFRAESTRUCTURAS

CONSORCIO
TRANSPORTES
**** MADRID