

Potencialidades del metro ligero en la  
transformación del espacio urbano

*Carmen Velásquez Marea*  
*Antoni Remesar Betlloch*

---

Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del  
Zulia, Venezuela  
Facultad de Bellas Artes de la Universidad de  
Barcelona, España

## Potencialidades del metro ligero en la transformación del espacio urbano

*Carmen Velásquez Marea y Antoni Remesar Betlloch*

### Resumen *Abstract*

Los trenes de cercanías, el metro pesado y ligero, configuran un trinomio indispensable para el desarrollo y revitalización de una ciudad moderna. En el caso de España, el metro ligero (tranvía moderno), es la mejor alternativa contra los medios de transporte masivos contaminantes en el centro de la ciudad, porque su versatilidad le permite adaptarse a cualquier tipo de superficie urbana, aporta beneficios económicos, mejoran los accesos urbanos y potencializan desarrollos de núcleos que concentran actividades comerciales. Por lo tanto, el metro ligero se convierte así, en un motor que impulsa las transformaciones urbanísticas y sociales de la ciudad actual.

*Neighborhood trains and heavy and light underground railways form a tripartite system indispensable for the development and revitalization of a modern city. In the case of Spain, the light rail transit (modern tramway) is the best alternative to the polluting, massive modes of transport in the city centre, because its versatility allows it to adapt to any type of urban surface, contributing economic benefits, improving urban access and driving the development of centers that concentrate commercial activities. In this way, the light underground becomes a motor giving an impulse to the urban and social transformations of the present-day city.*

Palabras claves: metro ligero, espacio urbano, sistemas de transportes sostenibles

*Key Words: Light rail transit (Tramway), urban space, sustainable transport systems*

## Introducción

Las ciudades desarrolladas y en proceso de desarrollo, han optado por el tranvía moderno o metro ligero, frente a otros modos de transporte público; en primer lugar, por razones coherentes de sostenibilidad, entendida como, *“la adopción de una perspectiva holística y sistémica con interrelación e interdependencia ineludible con todas las dimensiones del medio como ecosistema, con los comportamientos individuales y sociales, a la vez que con los valores, los estilos de vida, las formas de producción, las tecnologías, las políticas y la estructura social”*. (Pol, 1996)

En segundo lugar, debido a la movilidad, ya que el metro ligero o tranvía moderno, logra mayor regularidad, frecuencia y accesibilidad, y una reducción de los tiempos de desplazamiento (20 al 30%) respecto al transporte en plataforma compartida.

No obstante, la implantación de este sistema dentro del espacio público requiere un proyecto global de regeneración urbana, que permita mejorar la calidad del aire en la ciudad y reequilibrar el espacio público entre peatones, bicicletas y transporte motorizado, reduciendo el suelo ocupado por los automóviles, y por ende el consumo energético.

Esa transformación urbana implica, un cambio en la percepción del espacio urbano, la recuperación de la vida en los centros, un nuevo orden de crecimiento y la disminución de la contaminación.

Este artículo es una parte de los resultados obtenidos en un Proyecto de Investigación presentado dentro del programa del Doctorado de Espacio Público y Regeneración Urbana de la Universidad de Barcelona (España). El paper muestra algunas transformaciones en el espacio urbano, tanto en la movilidad, como en la integración con el paisaje urbano, que se han dado gracias a la inserción del sistema de metro ligero en las ciudades.

## Hacia una definición de las funciones del metro ligero dentro de los sistemas de transportes

En el caso de ciudades que su demografía está por debajo de un millón y por encima de los 500.000 habitantes, los sistemas de metros ligeros se configuran como un modo de transporte principal para viajes intraurbanos y de viajes radiales cuya conexión es desde el centro de la ciudad con los barrios, en los corredores de mayor de-

manda. Los autobuses juegan un papel alimentador/distribuidor del metro y un papel de modo de transporte complementario en aquellos corredores cuya demanda es insuficiente para justificar la instalación de una línea de metro ligero, en este sentido, en algunas ciudades ese sistema de transporte se reorganiza en función al tranvía. Como ejemplos se pueden citar Goteborg, Grenoble, Zurich.

En grandes ciudades, suele actuar como alimentador/distribuidor de otros sistemas de transporte de mayor capacidad (metro, ferrocarril de cercanías) o como servicio complementario de estos sistemas en los corredores de demanda intermedia, es el caso de Munich, París, Manchester y Los Ángeles.

Otras aplicaciones del metro ligero son en áreas suburbanas e interurbanas, por ejemplo, para conectar una ciudad principal con una ciudad satélite de su área metropolitana, como es el caso de Utrecht en Holanda (con una red de 18 km de longitud). O para conectar dos ciudades situadas a corta distancia, como es el caso de Colonia en Alemania de 44 km de longitud.

## Indicadores para el análisis

La implantación de un sistema de transporte masivo de tipo metro ligero, produce efectos positivos. Estos efectos son, al medio ambiente urbano, ya que provoca menos consumo energético, menos generación de gases de efecto invernadero y menos reducción de la calidad del aire.

Al circular en superficie, facilita el incremento el espacio público urbano, la extensión de las zonas peatonales y los desplazamientos a pie, se reduce el número de automóviles en calles y plazas, con menos inversión de recursos.

De estos efectos descritos, se extraeran los tres indicadores que permitirán el análisis del sistema de ciudades como Barcelona y Bilbao, estos son: *movilidad, calidad ambiental y renovación del espacio urbano*

### 1. La movilidad urbana

El aumento del tamaño de las ciudades y el uso indiscriminado del vehículo privado, impacta en: la calidad de vida de los ciudadanos, la contaminación atmosférica y acústica, la disminución de los espacios peatonales y la obsolescencia de la red viaria. Pero, por en-

cima, se sitúa la congestión que implica el aumento del número de vehículos y la reducción de la velocidad, lo que conlleva un incremento del tiempo del desplazamiento. Por lo tanto, las nuevas tecnologías de transporte, redefinen el concepto de distancia espacial, accesibilidad y localización y por ende, proporcionan un nuevo concepto de movilidad.

*La accesibilidad, está relacionada tradicionalmente con la facilidad para superar una distancia. En este sentido, se entiende como la medida que dimensiona la posibilidad de ir de un lugar a otro, dependiendo de las características del sistema de transporte y de la distribución de las actividades sobre el espacio. (Miralles-Guasch 2002:42)*

Algunos aspectos que permiten medir el impacto del metro ligero para mejorar de la movilidad y de la accesibilidad son: a) las características del sistema: número de líneas, longitud de la red y parque móvil (números de trenes que ofrece el servicio), b) cobertura territorial, c) estaciones e intercambiadores entre modos de transporte público con el vehículo privado, d) la no duplicación de líneas, e) la integración tarifaria, f) la conectividad, que son un reflejo de la sociedad que lo origina y a la vez constituyen un elemento esencial para asegurar su reproducción de ahí la importancia.

## 2. La calidad ambiental

*Un sistema de metro ligero ofrece amplias ventajas sobre el vehículo privado y sobre los autobuses, en términos de impacto ambiental. Además, en la medida que reduzca el uso del vehículo privado en recorridos urbanos, disminuye el uso de este viario para circulación y aparcamiento, facilitando la movilidad peatonal. (MOPT, 1995:41)*

La instalación de un SML, puede contribuir a minimizar estos efectos negativos que afectan a la calidad ambiental. Estos efectos pueden ser resumidos en cuatro:

- a) el ruido y las vibraciones, son fenómenos que deben ser atendidos prioritariamente en los proyectos de metro ligero por diversas razones: primero porque son perceptibles por los usuarios, segundo, porque pueden actuar negativamente en hospitales, colegios, industrias, entre otros y en tercer lugar, es potencialmente una fuente impactos.
- b) la intrusión visual de los sistemas de metro ligero (SML) son mínimas si se planifica y diseña con cuidado la inserción en el tejido urbano. Por lo tanto, la catenaria del sistema de alimentación

eléctrica y los postes juegan un papel esencial en el diseño estético. Esto es importante, ya que existe una cierta sugestión hacia el sistema por parte de la comunidad, producto a las influencias perceptivas de los usuarios hacia los ferrocarriles o antiguos tranvías.

- c) la contaminación atmosférica, es el tercer fenómeno que afecta la instalación de un SML, principalmente en la fase de la construcción; pero, ya puesto en marcha, presenta mayores ventajas que otros sistemas de transporte, en particular comparados con los automóviles y los autobuses.
- d) *la seguridad* que debe prestar los sistemas de transporte colectivo. En este sentido, “*la evaluación del riesgo de los accidentes de un sistema de transporte tiene una doble vertiente. Por un lado, la valoración de los accidentes en los que se ven implicados vehículos de metro ligero y por el otro, la reducción de accidentes en otros modos como consecuencia de la transferencia de pasajeros al Metro Ligero.*” (MOPT, 1995)

### 3. Renovación urbana

La instalación de un sistema de tranvía con sus consiguientes mejoras de accesibilidad y medio ambiente, se ha vinculado en muchas aplicaciones con programas de revitalización económica en áreas deprimidas o simplemente para fomentar una determinada localización de los nuevos desarrollos. Es decir, se espera que al atacar los problemas de accesibilidad y ambiente, inmediatamente repercute en la demanda de actividad comercial e industrial, que se reflejará en un aumento del valor del suelo.

Bajo esta perspectiva, la renovación del espacio urbano dependerá entonces del modo del sistema, de sus instalaciones fijas, morfología del espacio urbano, del material móvil y del mobiliario urbano.

- a) *Las Instalaciones fijas*: comprenden el sistema viario y los elementos fundamentales para el funcionamiento del metro ligero, como lo son: la electrificación, señalización, paradas, estaciones e intercambiadores, entre otros. Para cada uno de estos elementos debe considerarse como factor importante la integración de la red de metro ligero en la red de transporte colectivo
- *La plataforma dentro del espacio urbano*: Una de las características más importante dentro del trazado de una línea de metro ligero es la definición del grado de independencia de la plataforma.

- *Electrificación*: el ML funciona con tracción eléctrica, por lo tanto, la ubicación de la catenaria debe evitar la saturación de elementos en el medio urbano.
  - *Paradas y estaciones*: Las paradas son puntos críticos en la red de transporte público y en su disposición hay que conjugar dos factores en principio contradictorios: la velocidad y regularidad del servicio, y en segundo lugar, la utilización cómoda del servicio por los usuarios.
- b) El material móvil, se refiere al prototipo de vehículo de metro ligero, la gran variedad de diseños en el mercado y la integración del sistema son aspectos que deben ser evaluados y relacionados con los aspectos operacionales, ambientales y de integración y, compatibilidad tecnológica del material.
  - c) morfología del espacio urbano, tanto la pavimentación como las áreas peatonales, tienen una importancia primordial en la funcionalidad y morfología final de la calle, por lo tanto deben ser analizados de forma conjunta con el resto de elementos que la componen, alumbrados, vegetación y mobiliario urbano.
  - d) mobiliario urbano: comprende el estudio de las bancas, papeletras, elementos de protección o separación, soportes informativos o publicitarios, soportes de bicicletas, marquesinas y luminarias, este último elemento deberá permitir un lenguaje plástico.

## Metodología de la investigación

La metodología propuesta tiene como punto de partida, la voluntad de comprender el papel del transporte (tranvía moderno) en las transformaciones urbanas. Un papel que representa una estrategia de renovación o regeneración urbana.

Esta investigación parte de un estudio exploratorio de tipo empírico realizado para obtener el título de Suficiencia de Investigadora en el Programa de Doctorado Espacio público y Regeneración Urbana de la Universidad de Barcelona (España), cuyo objetivo principal fue analizar la inserción del metro ligero en las ciudades de la península ibérica y Francia, sin embargo, para este artículo se muestra una parte de los resultados del análisis, específicamente el caso español.

Con relación a los recursos utilizados para el abordaje de la investigación, se acude a la observación directa, a la revisión de docu-

mentos y elaboración y aplicación de entrevistas. Respecto a este punto, se utilizará entrevistas abiertas grabadas que tocará los principales temas de interés.

#### *“El boom” del metro ligero en europa*

Los estados miembros de la Unión Europea, como Francia, España, Portugal y Reino Unido, que habían abandonado el tranvía en la década de 1960, han retomado el tranvía moderno. La ciudad de Nantes fue la pionera en la reimplantación, (1984) posteriormente, las ciudades como *Grenoble, Estrasburgo, París, Rouen, Orleans, Burdeos, Montpellier y Lyon*, impulsando este sistema por el resto de Europa. En el Reino Unido, por ejemplo, se han construido nuevas redes, como en Manchester, Sheffield, Birmingham y Croydon, del mismo modo que en Portugal (Porto y Lisboa) y España, (Valencia, Bilbao, Acoruña y Barcelona). De este modo, las redes de tranvías existentes en el mundo superan la cifra de 350.

#### *El sistema de metro ligero (SML) y las posibilidades de inserción*

Las características del transporte colectivo de la ciudad condicionan y posibilitan las diversas actuaciones que pueden conducir a la instalación de un SML, adaptado a cada situación concreta.

En las ciudades que disponen de una red de tranvía, el metro ligero surge como una forma de mejoramiento de la misma, tanto de la infraestructura como del material rodante. Esta transformación se ha producido principalmente en las ciudades como Hannover, Colonia, Goteborg y Zurich, ciudades del norte y centro de Europa.

En ciudades cuyo transporte público se apoya fundamentalmente en una red de autobuses, el SML surge como: a) un nuevo transporte en los corredores de mayor demanda, donde las líneas de autobuses están congestionadas, b) una manera de mejorar la calidad e imagen del transporte, y c) con el objeto de reducir el impacto ambiental. En Europa, se puede ejemplificar estos modos de actuaciones en Utrecht, Edmonton y Calgary.

En ciudades de tradición ferroviaria, en las que algunas líneas de metro o ferrocarril de cercanías han quedado obsoletas o están inutilizadas, abandonadas después de la posguerra, y en las cuales el SML, surge como un mejoramiento al sistema de transporte, principalmente debido a la posibilidad de reutilizar las plataformas



ferroviarias existentes. Es el caso en algunas ciudades como Manchester, Nantes, Turín, Florencia, Róterdam, Estocolmo, Valencia, en donde algunos tramos de vía son compartidos por el ferrocarril convencional y el metro ligero y en otros las vías del metro son compartidas con el autobús.

La reserva de un carril para el autobús urbano (carril-bus) es una solución que parte de España, y puede considerarse como uno de los modos que han permitido dotar a la ciudad de un servicio con mayor capacidad y velocidad. En otros países como Francia o Inglaterra se observan implantaciones nuevas de tranvías; pero, adaptando plataformas reservadas para el nuevo modo, y de priorización de paso con respecto al vehículo privado.

A continuación se presentan dos ejemplos de transformación urbana a partir de la implantación de un sistema de transporte sostenible: “el metro ligero” en el espacio urbano español.

### *El metro ligero como parte de un proceso de renovación urbana. El caso español*

La supresión de los tranvías, no fue un fenómeno universal; sin embargo, fue el Estado Español, quien puso mayor empeño en seguir la moda de París, siendo Zaragoza la última ciudad en suprimir los tranvías, el 22 de enero de 1976. “*No cabe duda que hubo intereses creados para impulsar este proceso, e incluso premeditadas campañas de prensa en las que se llegó a afirmar que la capital aragonesa era la única ciudad del mundo en la que todavía funcionaba este antiguo sistema de transporte.*” (Olaizola, 2002)

A finales de este mismo siglo, el tranvía se vuelve la mejor solución para los problemas de transporte, de los corredores que requieren una capacidad intermedia entre el autobús y el metro convencional.

## **Bilbao**

Bilbao es la más grande de las ciudades que se sitúan a ambos márgenes de la Ría del Nervión.

Esta ciudad, ha sido el soporte del tráfico marítimo y del desarrollo industrial en sus bordes. Una auténtica avenida cuya función portuaria ha ido cediendo en importancia a medida que el puerto de

Bilbao se ha consolidado en El Abra; es decir, en la embocadura junto al Mar.

Las ciudades ubicadas a lo largo de la Ría no han tenido un borde urbano con el agua, salvo en tramos muy cortos, de un recorrido de más de 13 kilómetros.

De modo que esa avenida fluvial, presentaba al principio un paisaje industrial, que luego en los años 70', con la crisis del petróleo y el hundimiento de la industria, produjo una serie de planes para la ciudad.

### *Disolución del urbanismo e infraestructuras*

A partir de 1983, con la catástrofe natural, las inundaciones que asolan Bilbao y los municipios de la Ría, se inicia una tímida conciencia de que la ciudad está en decadencia, y que es necesario una profunda transformación de su base económica. Del mismo modo que requiere planificar estrategias económicas; éstas deben ir acompañadas, con infraestructuras y servicios propios no ya de una ciudad, sino de una metrópoli cuyo ámbito de influencia se extiende por las riberas del mar cantábrico, por los cauces naturales de los ferrocarriles y redes de carreteras.

Durante los 90', la apuesta por el puerto y el mar se mantiene, y para 1992, es una realidad el inicio de las obras de ampliación en el Abra exterior. La red de autovías provincial y de la Comunidad Autónoma están en fase avanzada, a la par que las dependientes de Estado avanzan por Castilla desde Madrid, o está ya concluida la de Barcelona por el Ebro hacia el País Vasco. A la rehabilitación decidida del Casco Viejo de Bilbao se une, también, Portugalete, creándose las primeras Sociedades de Gestión Pública independientes, con objetivos específicos.

En el mismo período, se dan una serie de planes urbanos (el Plan Territorial de Bilbao y Comarca, redactado por Mecsa y Eduardo Leyra) que con cierto desorden, se suceden y sobre todo se superponen, más por su valor de ideas y atrevimiento, que por su puesta en práctica.

Bilbao seguía sin disponer de un plan, hasta 1989, cuando se propone el plan de Bilbao, aprobado posteriormente en 1994.

“El plan Bilbao”, parecía recuperar esa voluntad; aunque, fuera de un modo más fragmentario. También, el empeño había aumentado en dificultad. Lo más sorprendente del Plan de Bilbao era la

ausencia de una visión metropolitana. Visión que fue abordada por los responsables de las obras públicas de carreteras y transportes, como consecuencia, el notorio estrangulamiento de la ciudad, al proponer un cinturón de ronda, un anillo, en una estructura lineal.

En efecto, el anillo propuesto que rodea la ciudad, convierte a Bilbao en un ente aislado, de difícil expansión. En este momento, se pretende que el eje central del ensanche, la Gran Vía, se prolongue en búsqueda de esa linealidad; pero, el Ensanche, había sido construido sobre una topografía específica, con unos bordes físicos, arquitectónicos, sociales y ambientales, por lo cual, la urbe ya es una ciudad cerrada y acabada.

*Es ahora cuando emerge la contradicción entre la evidente e innegable linealidad del Área Metropolitana y el ensimismamiento centrado en Bilbao que el Plan General contiene. (Cenicacelaya, 2003:22-23)*

Por lo tanto, es elemental la separación entre el sistema de infraestructuras de comunicaciones y el desarrollo urbanístico.

*Bilbao Ría 2000: la apuesta por la infraestructura como vertebrador del urbanismo*

Bilbao Ría 2000, es una entidad Inter-administrativa, que surge en los primeros años de los 90', en el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), cuyo objetivo es por un lado reconocer la transferencia a las ciudades, la competencia urbanística (con el apoyo que puede recibir de las otras comunidades autónomas) y por el otro, la incidencia de las infraestructuras en las ciudades, sobre todos las ferroviarias; respecto a las que el Estado conserva la competencia. Es decir, su objetivo no es la rentabilidad económica, sino el equilibrio financiero y la reinversión, apostando siempre hacia la ciudad.

Bilbao se ha transformado, afrontando un nuevo proceso de ampliación y regeneración, su éxito se ha basado en la liberación de las riberas, es decir de trabajos importantes: la construcción de un nuevo puerto en la desembocadura del río y de una nueva estación de mercancías en lo cultural, principalmente, con el Museo Guggenheim, que ha sido motor orientado a nuevas tecnologías y nuevos procesos de producción. Conjuntamente, se han creado o renovado estaciones ferroviarias, se ha materializado, un metro que enlaza las dos orillas de la aglomeración, un metro ligero (tram), puentes, etc.

Estos proyectos, que afectan a todas las formas de movilidad, dan cuerpo a la metrópoli y a su ambición, son la columna vertebral de la revitalización urbana Bilbaina.

En el caso del metro ligero, inserto dentro del Plan Bilbao Ría 2000, contribuyó con la recuperación del tejido urbano, áreas que se encontraban en decadencia, ocupadas por industrias pesadas e instalaciones de transporte ferroviario.

Para la recuperación de esta zona, fue necesario eliminar el entramado ferroviario, que se había convertido en una barrera entre la ría del Nervión y el resto del entorno, para lo cual el Plan Bilbao Ría 2000, gracias al proyecto Variante del Sur, recupera el ramal *Ola-veaga-Cantalojas*, (hasta entonces utilizado exclusivamente por trenes de mercancías).

Esta operación supuso la creación de nuevas estaciones en *San Mamés, Autonomía, Amézola y Zabálburu*, así como la mejora de los enlaces entre los diversos servicios de viajeros de RENFE, al centralizar todos sus trenes en la estación de Abando.

La recuperación de ese tejido urbano (Abandoibarra), implicó a la vez, un aumento en el flujo de viajeros, por lo que era preciso disponer, en esta zona, de un sistema de transporte público de calidad, que a su vez se integrara perfectamente en los nuevos viales.

Bajo este contexto, el Departamento de Transportes del Gobierno Vasco y Bilbao-Ría 2000 estudiaron diversas alternativas, considerando finalmente que la mejor solución se encontraba en la implantación de un sistema de metro ligero, con gran capacidad de transporte y su perfecta integración en el entorno urbano y su bajo impacto medioambiental.

### *El metro ligero de Bilbao “más integrados en la ciudad de siempre”*

El metro ligero de Bilbao, tiene una línea que cubre el recorrido desde Atxuri hasta Basurto, específicamente, los sectores: *Basurto Euskalduna, Abandoibarra, Muelles de Uribitarte y Pio Baroja-Atxuri*, con una distancia que cubre la red, es de 4.81 km de longitud, que se conecta adecuadamente con otros modos de transporte. En este sentido, las paradas que se han situado en puntos de conexión con otros servicios, según el análisis de la matriz de distancia, en el tramo único *Basurto-Atxuri*, los nodos menos distantes son las estaciones *Gug-*

*genheim y Uribitarte*, mientras que los dos extremos (*Basurto y Atxuri*) son las más distantes, por lo tanto menos accesibles.

Desde el aspecto de movilidad reducida, el piso del tranvía es bajo en toda la zona de acceso de los viajeros. Así como, el módulo central, concretamente a 350 mm. sobre la vía y algo más elevado (a 560 mm.) sobre los boggies motores y en las cabinas de conducción. De este modo, la entrada y salida de los viajeros desde las paradas es muy cómoda y apta para personas de movilidad reducida, aspecto que contribuye notablemente a reducir el tiempo de estacionamiento de las paradas.

Ahora bien, en relación al estudio de movilidad el uso del transporte ferroviario se ha incrementado con la llegada del *tram*, en un 5.46% con respecto al año anterior. Porcentaje que representa un 1.143.957 de pasajeros, de esta manera se ha superado ampliamente las previsiones de utilización.

Durante ese mismo período fueron explotados nuevos tramos, produciendo un incremento de uso, de 1.200 a 7.000 pasajeros diarios. Destacándose un mayor flujo de pasajeros en la parada *San Mamés*, como uno de los puntos estratégicos intermodales. (Euskotren, 2003)

La calidad ambiental, es otro aspecto analizado a través de las memorias ambientales del año 2003, presentado por la empresa Euskotram, en donde se reflejan un incremento de viajeros que usan el sistema ferroviario con respecto al año 2002. Según, Euskotren, 24.7 millones de viajeros utilizaron los diferentes medios de transportes que ellos ofertaron (Autobús Euskotren, Tranvía Euskotran y ferrocarriles).

Este incremento vislumbra la necesaria reflexión sobre un transporte sostenible, que se debe evidenciar en: 1. el bajo consumo de combustible y disminución del uso del vehículo particular, 2. control del ruido, 3. Intrusión visual, 4. seguridad.

*Desde un principio, el Ayuntamiento de Bilbao y el Departamento de Transportes del Gobierno Vasco decidieron dotar al Tranvía de Bilbao, de 'prioridad semafórica', lo que permite reducir tiempos de viaje y aumentar; por tanto, el atractivo de este medio de transporte frente al automóvil. Este sistema detecta la presencia del tranvía, regulando a su paso la señalización, con el fin de que siempre encuentre el paso libre al circular por los diversos cruces con otras calles.*

Por lo expuesto, el tranvía dispone de una señalización luminosa específica, que le permite regular su circulación en la sección de vía única comprendida entre Pío Baroja y Atxuri. Este sistema impi-

de que puedan circular dos tranvías en sentido contrario en el mismo tramo de vía; aunque, puede autorizar la sucesión de tranvías en la misma dirección.

El espacio urbano, se modifica a través de las instalaciones fijas, las plataformas, las paradas y el mobiliario urbano. En el caso de la *plataforma dentro del espacio urbano* está en un canal exclusivo, separado del automóvil, excepto en los espacios de interconexión de vías, en donde ésta ha permitido, el acceso tanto a peatones como vehiculos. La pavimentación varía según el tramo, en tres: adoquines, césped y asfalto.

Tramo adoquinado combinado con asfalto: entre las paradas *Atxuri-Abando*, su ubicación cercana al caso histórico, obligó a concebir la plataforma como una continuidad de la acera (plataforma adosada), evitando la interrupción visual y funcional del perfil urbano.

Tramo con césped: entre el paseo Uribitarte y la avenida Abandoibarra y entre las paradas *Abandoibarra-Pio Baroja*, el césped es utilizado para integrar el *tram* al recorrido del bulevar.

Finalmente, la utilización de los materiales descritos en el trazado del *tram* otorga diferentes lecturas al usuario del espacio urbano. En el caso del tramo con pavimentación de césped, el usuario puede tener una clara lectura de las diferentes funciones de la pavimentación. Mientras que, al no existir diferencia entre la pavimentación de la vía pública y la plataforma, la lectura proyectada del sistema será percibida por el usuario como homogéneo y continuo.

En cuanto a la *electrificación*: se realiza a través de un solo poste, sustentando la catenaria de las dos vías, situado en el eje central, como sucede en las paradas *Euskalduna* y *Pio Baroja*. Excepto en las líneas aéreas, las que son autocompensadas en los tramos de vía única, y se acoplan sin interrumpir ni saturar el espacio urbano, disminuyendo el impacto visual.

*Las paradas* están compuestas por un módulo técnico que integra los servicios de: expendedor de billetes, teléfono y reloj digital; y unidades de energía, comunicación y tráfico, unido a un pórtico acristalado en cuyo extremo se ubica el panel publicitario, el diseño, realizado por la UTE Nexus-Item, ha perseguido armonizar los diferentes estilos de arquitectura presentes en Bilbao.

Formalmente, las paradas parte de una propuesta integradora y sencilla, sin ninguna alusión simbólica, que según Euskotran tratan de evitar la contaminación urbanística. Por lo tanto, se homogeniza a través del color con la utilización del color verde y la

utilización de acero inoxidable en la estructura y mobiliario (ban-  
cas, papeleras, barandas y pantallas).

*La incorporación del tranvía como nuevo elemento en la ciudad ha su-  
puesto un gran ejercicio de integración urbana. A diferencia del Metro, el  
tranvía es un medio que recorre la superficie, y que en consecuencia,  
obliga a reordenar los espacios por los que discurre.  
([www.euskotram.es](http://www.euskotram.es))*

En conclusión, el proyecto urbano de Bilbao, es ante todo, un  
proyecto de infraestructuras, la conquista de la Ría y la visión me-  
tropolitana que resulta de ella, depende de la liberación de las ribe-  
ras, es decir, de trabajos importantes e integrados.

El metro ligero de Bilbao, contribuyó con la movilidad, con el  
centro de la ciudad, además, es un motor que impulsa las transfor-  
maciones del proyecto urbanístico y social de la ciudad, que por su  
versatilidad, no requiere de grandes infraestructuras, ni elevados  
costes de inversión.

## Barcelona

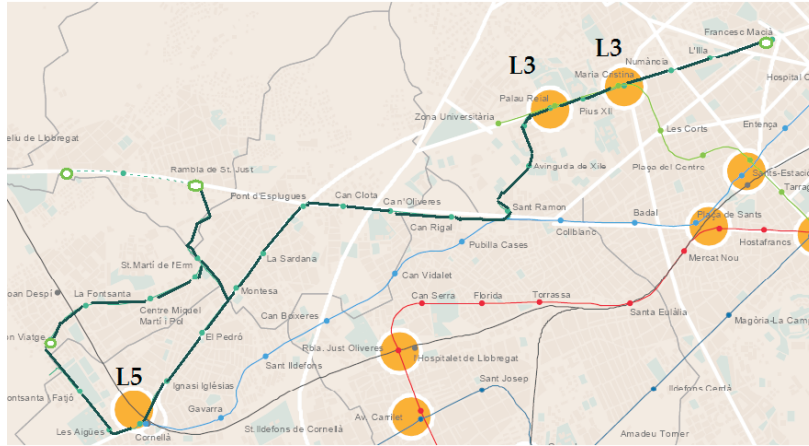
El área metropolitana de Barcelona, tiene una extensión del  
310 km<sup>2</sup>, incluye las comarcas de *Alt Penedès, el Baix Llobregat, el  
Barcelonès, el Garraf, el Maresme, el Vallès Occidental y el Vallès  
Oriental*. Estas siete comarcas, ocupan 3.240 Km<sup>2</sup> y da cabida a 4.2  
millones de habitantes.

### *Planes urbanos e infraestructuras*

La historia del transporte colectivo de pasajeros de Barcelona,  
ha estado relacionada en muy buena parte a la historia de la ciudad.  
Los cambios en el espacio urbano y las vicisitudes en la vida de sus  
habitantes han condicionado la evolución del transporte con un ser-  
vicio público, al mismo tiempo que, esto ha influido decisivamente en  
el crecimiento y configuración de la ciudad y en su entorno. El servi-  
cio del transporte se identifica, entonces, a lo largo del tiempo con los  
proyectos urbanos, el desarrollo de la industria y el comercio y el pro-  
greso social y las conquistas del movimiento obrero.

Sin embargo, no será hasta finales de los 80' cuando la E.M.T  
cuando encarga un estudio a la agencia Barcelona Regional sobre la

conexión entre la zona del final de la *Avda. Diagonal* y *el Baix Llobregat*, utilizando un medio de transporte eficiente.





El proyecto se materializa en 1991, luego de realizarse un estudio de movilidad, densidades demográficas y carencias de transporte, se llega a la conclusión de que la demanda se ajustaba a la oferta del tranvía moderno, y que éste era el modo de transporte idóneo para la unión de la parte alta de Barcelona.

El proyecto se retrasa, durante el periodo post-olímpico (1992 – 1996) y prácticamente queda estancado. Durante el año 1997 estuvo en experimentación un tranvía moderno en Barcelona en la zona de *Avda. Diagonal*, que sirvió como zona experimental. Sin embargo, no será hasta el 2001 que se crea la empresa *Tramvia Metropolità*, que será la encargada de construir y explotar durante los próximos del tranvía del *Baix Llobregat* y el *Besòs* rebautizados el primero como *trambaix* y el segundo como *trambèsos*, estos proyectos responden a los objetivos del Plan de Desarrollo de Infraestructura (PDI) 2001-2010. Es así, que en el 2004, se pone en marcha el objetivo tres (3) del PDI, recuperando el sistema tranviario.

El sistema, contiene grandes redes de última generación, que enlazan con su entorno metropolitano más inmediato. “*El trambaix y trambèsos*”, ambos circulan por plataformas reservadas, solo comparten las calzadas con los vehículos en los cruces.

### *La llegada del tranvía llamado modelo Barcelona*

El conjunto de las líneas T1, T2, T3 y T4 ofrece un sistema de transporte concebido considerando los siguientes principios: accesibilidad para todos, integración con el espacio público, silencioso y no contaminante; además, de contribuir a evitar el colapso en la circulación.

El metro ligero, atiende los municipios *Sant Adrià del Besòs, Badalona y Barcelona* con la inserción del *trambèsos* y *L’Hospitalet, Barcelona, Eplugues, Sant Joan Desó, Cornellà, Sant Just y Sant Feliu* con el *trambaix*.

Para evaluar el impacto del proyecto, Tramvia Metropolità, ha analizado todos los escenarios posibles y los parámetros y criterios que se deben tener en cuenta para evaluar el impacto de un proyecto de este tipo. Estos parámetros fueron: la oferta actual tanto del sistema de transporte público colectivo (matrices de movilidad, recorridos, horarios, paradas, usuarios actuales de cada uno de los modos de transporte...) como de la oferta viaria (deseos de movilidad de los residentes de la zona de influencia del tranvía, adecuación del trazado a los flujos que generan estas líneas de deseo,

posibilidades de integración del tranvía en los sistemas actuales y futuros de movilidad y accesibilidad).

Los resultados de estos estudios son interpretados por J. M. Montaner y otros, (2005) en su escrito movilidad en la gran ciudad, quienes señalan que con *“La reintroducción del tranvía en Barcelona ha superado la prueba en lo que se refiere al número de usuarios que lo utilizan. Desde su entrada en servicio, ha realizado 10,6 millones de viajes (8,1 en el Trambaix y 2,5 en el Trambesòs), según los datos oficiales de la Autoritat del Transport Metropolità (ATM), una cifra sensiblemente mayor que los 7,5 millones previstos inicialmente. Por otra parte, un estudio realizado por la concesionaria Tram estima que un 14% de estas validaciones corresponden a usuarios que han cambiado su vehículo particular por los nuevos convoyes verdes y blancos. En números redondos, esto quiere decir que han dejado de circular 4.500 coches. Si a los antiguos usuarios del coche se suman los viajeros del tranvía que antes se desplazaban a pie y los que no se movían, el resultado es que las dos nuevas redes han aportado un importante volumen de viajeros al sistema de transporte público. Esto es así en el 57,8% de los viajes realizados por el Trambaix y el 63,1% de los del Trambesòs. Pero también hay usuarios que antes viajaban en otros sistemas colectivos. Ocurre en el 42% de los viajeros del Trambaix y en el 36,7% de los del Trambesòs. En el caso de los autobuses, los responsables de la concesionaria calculan que cerca de un 20% de los usuarios del Trambaix han dejado de ir en autobús”*.

Por lo expuesto, se puede concluir que la integración tarifaria, la llegada del tram a las áreas más desfavorecidas del transporte, aunado a los procesos de revitalización urbana que se desarrollan en la ciudad de Barcelona, ha permitido que en el primer semestre del año 2004, la demanda de transporte público metropolitano haya aumentado.

La calidad ambiental: con relación al impacto acústico (ruido), la dirección ambiental de Obras, ha realizado un estudio de impacto acústico del tram de la Diagonal Baix Llobregat, analizando las vibraciones que producen en el recorrido.

La información se obtuvo en tres momentos antes, durante y tras las obras de implantación del tranvía, de éstas observaciones se obtuvo que:

- a) los niveles de ruido a las calles por dónde circula el *trambaix* son menores ahora, que los grabados antes del inicio de las obras. Además, las puntas de ruido correspondientes al tranvía son in-

feriores a las de los autobuses, camiones y al de numerosas motocicletas.

- b) El paso del tranvía no puede, en los registros de ruido, diferenciarse del paso de otras tipologías de vehículos.
- c) Las diferencias de ruido ambiente con y sin tranvía son mínimas, inferiores a un decibelio. ([www.trambcn.es](http://www.trambcn.es))

Respecto al impacto atmosférico, las estaciones están equipadas con marquesinas que protegen al usuario, de los impactos indeseados de los fenómenos atmosféricos, como viento, sol excesivo o lluvia.

En conclusión, las vías instaladas en las nuevas redes barcelonesas, asegura, según Trambcn *"un correcto aislamiento eléctrico, sonoro y vibratorio; así como una facilidad en su montaje, han sido diseñadas para dar las mayores condiciones de seguridad a peatones, vehículos y tranvías, gracias a su perfecta integración en el pavimento urbano y un cuidadoso sistema de drenaje de aguas. Desde dos niveles se puede analizar la importancia del aislamiento de los carriles: a nivel eléctrico; porque evita las llamadas corrientes erráticas, un fenómeno que provoca la oxidación de los carriles o canalizaciones metálicas subterráneas debido una reacción electrolítica causada por la corriente conducida por las vías. Y a nivel sonoro y vibratorio, porque garantiza el bienestar a los vecinos de la línea tranviaria"*.

En el ámbito urbano, la construcción del trazado del metro ligero de Barcelona, supuso un conjunto de mejoras para el espacio urbano del área metropolitana, el tipo de actividades económicas evolucionaban, o bien de manera natural, gracias a la mejora del espacio público, o por proyectos gestionados por el Ayuntamiento. En el caso del *Diagonal Baix Llobregat*, estas mejoras se evidenciaron en la reurbanización de la zona universitaria, en estas zonas se han generado: a) nuevas plazas peatonalizadas que comunican diversos equipamientos del campus sur; además, b) se redujo el carácter de barrera de la autopista, entre Sant Joan Despí, Espulgues y Sant Just Desvern. c) vertebración de un nuevo eje de comunicación a través del intercambiador del Cornellà. d) renovación urbanística de un total de 162.500 m<sup>2</sup> de zonas ajardinadas, plantación de nuevos árboles y e) creación de canal bici.

Por lo tanto, con el proyecto del tram se mejora el tejido de los barrios, ahora que recientemente han estado marginados por el entorno urbano. Por lo tanto, *las instalaciones fijas*, primer indicador analizado para definir las transformaciones del espacio urbano, es particularizado por la plataforma, electrificación y mobiliario.

En el caso de *las plataformas* se definieron en cuatro tipo: a) plataforma central, a modo de mediana entre carriles de circulación, b) plataforma lateral, adosada a una de las aceras laterales del vial, c) plataforma central con paseo en forma de mediana, pero con paseo bulevard en el medio, d) plataforma peatonal sin distinción en alturas respecto al pavimento existente entre fachadas, predomina el trazado central.

Respecto a *la electrificación*, cuenta con un sistema de gestión y control de las subestaciones eléctricas e instalaciones fijas. Las catenarias, se caracterizan por un eficiente aporte energético para el funcionamiento de los trenes, máxima seguridad para usuarios y trabajadores, bajo coste de construcción y mantenimiento sencillo y económico. Los postes de las catenarias se integran perfectamente con el medio urbano, ya que hacen a la vez de soporte para el alumbrado público. De esta manera, no se asocia su existencia a las necesidades del tranvía en sí, sino a la voluntad de tener luz nocturna en la ciudad.

Las paradas: en el proyecto del tranvía de Barcelona, ha tenido en cuenta los aspectos y condicionantes que permiten alcanzar la máxima seguridad, calidad y confortabilidad. El primer aspecto es el diseño, que se ha definido a través de marquesinas, equipos de atención al viajero como señalización, máquinas expendedoras de billetes o información sobre horarios e itinerarios. Se han instalado equipos de iluminación, evacuación de aguas pluviales, bancos de sentarse y papeleras.

El segundo aspecto es la funcionalidad, las paradas están construidas con material de muy alta calidad y durabilidad, la modularidad, la flexibilidad y las condiciones de mantenimiento y economía, fueron otras condicionantes. Entre los condicionantes perceptivos se ha buscado la plena integración con el paisaje urbano en función de los diferentes emplazamientos.

## Conclusiones

El proceso de renovación urbana, debe girar en torno a un modelo de ciudad compacta y ambientalmente sostenible. Partiendo de este principio, es necesario moderar los procesos de extensión de las ciudades que a menudo ocupan territorios de gran valor natural o productivo.

Uno de los planteamientos elementales para la sostenibilidad urbana es recuperar, rehabilitar o reacondicionar los suelos existentes, y una de las estrategias utilizadas es la rehabilitación urbana, particularmente en los centros históricos de las ciudades.

Por lo tanto, este proceso debe ser planteado con criterios de equidad, de modo que sus beneficios alcancen al mayor número de los ciudadanos y en especial a los residentes en las áreas afectadas más desfavorecidos económicamente.

Una de las claves del éxito de las políticas de renovación es acertar en las soluciones para la accesibilidad y la movilidad en tramas urbanas densas. A este respecto cabe señalar la idoneidad de estas tramas para ser dotadas de transporte público y para los modos ligeros de desplazamiento (bicicleta, a pie).

En el caso de España, esta renovación se traduce a la implementación de planes y proyectos que prevén un nuevo sistema de transporte sostenible, por lo tanto el Sistema de Metro Ligero (SML) como alternativa, ofrece una mejora sustancial de la calidad del sistema de transporte colectivo, capaz de captar usuarios del vehículo privado y reducir; por tanto, los niveles de congestión en el área, con lo cual, esta solución puede ser idónea en los corredores de demanda intermedia, ó en pequeñas ciudades como vertebrador del transporte. Pero su explotación debe ir acompañada de una política de mejoramiento de la calidad de vida, que debe surgir de la planificación y de un diseño cuidadoso del sistema; un nuevo sistema de transporte sostenible.

Estas conclusiones intentan extraer las diferentes alternativas que han dado respuestas a problemas concreto, bien sea: 1. a nivel territorial, 2. accesibilidad, 3. el tratamiento del espacio público y 4. el ambiente

1. Respecto a su conexión territorial: el metro ligero, puede surgir dentro de un proyecto global de infraestructura, para potenciar una zona degradada, como sucede en la línea T4 de Barcelona y el Forum 2004, o como un Proyecto urbanístico global, como el Ría 2000 de Bilbao. Su función entonces, en estos casos servirá como atractor, apoyado a unos espacios importantes que garantizarán su uso.

Pero además, pueden fungir como distribuidor de otras redes principales (metro), permitiendo conexión del centro de ciudad con las zonas residenciales y periféricas más degradadas, como Barcelona. En estos casos, el sistema ha garantizado la demanda, acercando las zonas menos favorecidas de la red principal de

transporte con los centros urbanos. Por lo tanto la conexión es territorial.

2. Respecto a la accesibilidad: un elemento capaz de constituirse en factor importante, es la construcción de interfaces entre otros modos de transportes y el mismo modo de transporte.

Estos nodos de circulación sirven al centro de ciudad, así como a los comercios y servicios. De allí que el trazado del tram se ubique cerca de atractores, en el caso de Bilbao, el Guggenheim, por ejemplo, o núcleos de universidades como la línea del Baix de Llobregat, o el Forum en la línea del Trambesòs de Barcelona.

Finalmente, a pesar que sigue prevaleciendo el uso del vehículo sobre el transporte público, también es cierto que se requiere menos porcentaje de espacio.

3. Respecto al tratamiento del espacio público dependiendo de los usos del tejido urbano, las alternativas son enmarcadas en tres grupos: la inserción en puntos de atractores (educativos, salud), en zonas periféricas y en los centros históricos.

Con relación a los puntos atractores, la explotación del sistema, en el caso de Barcelona y Bilbao, el trazado del tram, es puntual, mantiene la misma plataforma de césped, y varía en las periferias, el tram, se acerca a la periferia en donde el trazado funciona para conectar zonas residenciales, las plataformas son de aglomerado asfáltico o gravas claramente separadas con bolar-dos o árboles.

4. Desde la perspectiva del medio ambiente, dentro del sistema integrado de transporte urbano, con desplazamientos a pie, en bicicleta, en tranvía, en metro, en autobús, etc, el tranvía moderno representa el transporte motorizado más ecológico.

Los aspectos esenciales que hacen del tranvía moderno, uno de los modos de transporte más ecológicos son: el ahorro de recursos naturales y materias primas, la ausencia de emisiones contaminantes, la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, el ahorro energético, la reducción del ruido ambiental.

En ahorro de recursos y materias primas, a diferencia de otros medios de transporte, como el automóvil o el autobús, el tranvía funciona con electricidad, que si procede de fuentes renovables, no consume recursos agotables y contaminantes.

Respecto a la ausencia de emisiones contaminantes debe tomarse en consideración que el tranvía no utiliza combustibles fósiles. En la mejora de la calidad del aire y la reducción de gases con

efecto invernadero debe considerarse que un tranvía equivale a 3 ó 4 autobuses, por lo que indirectamente contribuye a reducir los gases que generan el efecto invernadero.

El tranvía contribuye a reducir el impacto acústico en las ciudades por dos razones, porque genera un nivel muy bajo de decibelios y porque genera más vegetación absorbedora de ruido. Un tranvía a máxima velocidad comercial genera unos 60 decibelios, muy por debajo de los niveles de ruido diurnos en zonas de alta densidad urbana y de tráfico.

Esta reducción va acompañada con la utilización del verde como aislante, adosandola hacia parques, aislando la plataforma a través de árboles, en otros lugares el trazado se desarrolla en vías de gran tránsito sobre plataformas, césped verdes, como sucede en la Diagonal (Barcelona) entre otras.

## Bibliografía

- Alemany J y otros, 1996: *Els transports a l'area de Barcelona*, España: Transports de Barcelona, S.A.
- Allain, Rémy, 2004: *Morphologie Urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*, Francia: Ediciones Armand Colin.
- Alonso Martín, Francisco, 2001: *Implantación de nuevos ferrocarriles urbanos en el área de Barcelona: trambaix y línea 9*, España: Doctorado de Planificación y Territorio.
- Autoritat del Transport Metropolità, [www.atm-tranmet.es](http://www.atm-tranmet.es).
- Bohigas, Oriol, 1986: *Reconstrucción de Barcelona*, España: Monografías de la Dirección General de Arquitectura y Edificación, MOPU Arquitectura.
- Brandão P y Remesar A, 2000: *Design de espaço público deslocação e proximidade*, Portugal: Centro portugués Design.
- Bullaude, P, 2002: "Un tranvía llamado deseo", en *Revista Ambiente* N° 89, Buenos Aires Argentina, s/e.
- Capel, Horacio, 2002: *La morfología de las ciudades. Sociedad, cultura y paisaje urbano*, España: Ediciones del Serbal.
- Cenica, J. y Inigo A., 2001: *Bilbao una visión urbano 1300-2000*, España: Colegio oficial de Arquitectos.
- Cenicacelaya J, 2004: "Bilbao y la urgencia de un urbanismo sostenible" en Borja, J. y Muxí, Z. (compiladores) *Urbanismo en el siglo XXI. Bilbao, Madrid, Valencia y Barcelona*: España, Ediciones UPC.
- Direction des Transports Terrestres, 2003: <http://www.transports.equipement.gouv.fr/>

- Direction Générale d'urbanisme de l'habitat et de la Construction, 2001: "Bilbao. La cultura como proyecto de ciudad", en *Projeturbain* N°23, Bilbao: Ria 2000.
- Fava, N, 2003: *Progetti y processi in conflitto. Il fronte marittimo di Barcellona*, España: Tesis doctoral de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Catalunya.
- Grande, N, 2000: "Espacio público en los Waterfronts entre el Design y el Designio urbano" en Brandao y Remesat A (compiladores), 2000: *Espacio público y la Interdisciplinaridad*, Portugal: Centro Portugués Design.
- Guàrdia, Manuel, Francisco Javier Monclús y José Luis Oyón (compiladores), 1994: Atlas histórico de ciudades europeas, España: Salvat Editores, Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona.
- <http://www.euskatran.es>.
- Institut d'Estudis Metropolitans de Barcelona, 1988: *Cities N°3*, España.
- Manchón y otros, 2003: *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*, España: Editorial Centro de publicaciones del MOPT.
- Miralles-Guasch C, 2002: *Ciudad y Transporte. El binomio imperfecto*, España: Ediciones Ariel Geografía.
- Monclús, F y Oyón, J, 1990: *Eixample i suburbanizació: Trànsit tramviari i divisió social de l'espai urbà a Barcelona*.
- Montaner J. M y Muñoz O, 2005: "El tráfico de Barcelona se reduce a 4500 coches gracias al tranvía" España: Vianant Informatiu.
- MOPT Ministerio de Obras Públicas de Transporte, 1995: *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*, España: Serie monografías.
- Olaizola, J, 2002: *Los tranvías de Bilbao*, España: Ediciones Eukostren.
- Pol E, 1996: *Monografías Psicoambientales N°9*, España: Publicaciones UB.
- Remesar, A, 2000: "Waterfronts, arte público y ciudadanía" en Brandao P y Remesar A, 2000: *Espacio público y la Interdisciplinaridad*, Portugal: Centro Portugués Design.
- Remesar, A, 2001: *Waterfronts and public art: a problem of language. The Arts in urban development. Waterfronts of art II*, España: CD ROM.
- Sica, P, 1981: *Historia del urbanismo. El siglo XX*, España: Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid España.
- TMB, 2004: Guiabascn. Edició noviembre, Transports de Barcelona, S.A. España.
- Zárate, 1996: *Ciudad, territorio y transporte*. Cuadernos de la UNED.a: Vianant Informatiu.