

Abril - 2013

Posición oficial | División América Latina

Foco América Latina



Desarrollo de políticas públicas para los sistemas de trolebús

0. Introducción

Hoy en día, en nuestro mundo, hay dos visiones estratégicas de ver la vida urbana en el futuro: el desarrollo urbano sostenible y la preservación de la calidad de vida.

La movilidad es un elemento crucial para la calidad de vida. Sistemas inteligentes para el transporte público están predestinados a garantizar el derecho fundamental de la movilidad y reducir los impactos ambientales negativos, como la contaminación, el ruido o la pérdida de espacio urbano.

Una buena tecnología que se puede adoptar para alcanzar estos objetivos es el sistema de trolebuses. Este sistema proporciona los mismos beneficios de otros sistemas urbanos similares, como tren ligero (LR), pero puede ser introducido en menos tiempo y requiere menos inversión, sólo el 10-15% del costo de otros sistemas.

El sistema de trolebuses es conocido en todo el mundo, más de 40.000 vehículos son operados en 364 ciudades de 47 países, entre ellos Rusia, Canadá, Brasil, Ecuador, México, Nueva Zelanda, China, Grecia y otros países de Europa del Este. Se trata de una historia de éxito que se remonta a 1882, cuando los primeros trolebuses se construyeron por el ingeniero alemán Werner von Siemens.

Desde el principio, el sistema ha sido constantemente mejorado y modernizado.

Algunas ciudades, como Roma, está volviendo a introducir el sistema después de que el sistema fue sustituido por autobuses diésel.

1. Visión

Los temas relacionados con los sistemas de transporte urbano, cómo el rendimiento (capacidad, eficiencia y velocidad), la tecnología (subsistemas modales), la calidad, el costo (inversión y operación) y el impacto ambiental son algunos de los factores más importantes que influyen en la localización de las diferentes actividades y el desarrollo de una ciudad, lo que refleja el tamaño, la estructura, la economía y las relaciones sociales.

Es necesario adoptar diferentes estrategias para el desarrollo del sistema de transporte de pasajeros, dependiendo del tamaño de la ciudad y sus problemas específicos, utilizando elementos del desarrollo sostenible y de la calidad de vida.

El desarrollo sostenible tiene como objetivo promover la armonía entre los aspectos económicos, sociales y de otro tipo dentro de una ciudad. La idoneidad de una ciudad como un lugar para vivir, no está definido con precisión o se mide cuantitativamente, sino que es visto como una preocupación dominante en la sociedad moderna, tomando un papel decisivo en las decisiones que se toman.

La calidad de vida en las ciudades deben incorporar las preocupaciones sobre el transporte y todos los ciudadanos deben beneficiarse de la igualdad de las condiciones de movilidad, en consonancia con los costos proyectados, lo que garantiza el máximo nivel de calidad del servicio y la contaminación ambiental mínima.

Estos objetivos se pueden lograr mediante la creación de sistemas de transporte urbano equilibrado, a través de un enfoque sistemático para la gestión de los recursos de la ciudad, el desarrollo de un sis-

tema de transporte público integrado de planificación y mecanismos fiscales para la financiación, la aplicación de nuevas tecnología y organización.

Los altos precios del combustible, daño medioambiental creciente y problemas financieros crónicos en el sector público son factores que favorecen el sistema de trolebuses modernos.

Libre de emisiones y eficiente, el sistema de trolebuses moderno puede resolver los problemas de tráfico en muchas ciudades, más rápido y más barato que otros medios de transporte público. Ofrecen las mismas ventajas de la utilización de otros sistemas urbanos “amigables”, como el LR (tren ligero), pero se pueden introducir con mayor rapidez y a un costo más bajo (10-15% de los costes de inversión).

Región	Número de vehículos
África	0
América del Norte	1.926
América del Sul	828
Asia	4.810
Australia - Indonesia	60
Eurasia	26.666
Europa Occidental	4.482
Europa Oriental	1.893
TOTAL	40.665

Datos Bus Committee—WG Trolleybus, UITP, 2008.

2. El Sistema Trolebús

Los autobuses son el transporte público más ampliamente utilizado, a pesar que emiten un alto nivel de gas de efecto invernadero a la atmósfera, que contiene óxidos de carbono, nitrógeno, y posiblemente el elemento más perjudicial, macropartículas de carbono (hollín). Por esta razón, la conducción eléctrica de los vehículos es muy codiciada en términos de su impacto ambiental. Esta es prácticamente la única forma de eliminar por completo la contaminación en grandes áreas, es decir, en las calles de una ciudad.

Además, la conducción del vehículo eléctrico hace el autobus técnicamente más eficientes, a diferencia de los accionados por un motor de combustión interna. La electricidad como combustible del futuro, es ante todo limpio, (en el punto de consumo) flexible y útil. El uso de los recursos energéticos naturales que son la energía renovable e hidroeléctrica producida por el flujo de los ríos, protege el medio ambiente y llega a otro de los objetivos estratégicos como la preservación de los depósitos naturales de petróleo y carbón.

La ausencia de una fuente de energía en vehículos aporta muchas ventajas: el peso del vehículo es más pequeño, más espacio interior para pasajeros, la fiabilidad de los vehículos se incrementa, y el cuerpo es más ligero.

Los trolebús generalmente están diseñados como vehículos de doble eje con un solo cuerpo 11-12m de lon-

gitud, con 85-115 pasajeros o tres ejes con el cuerpo de unidad dupla (articulado), 15 a 18m de extensión, 145 - 180 pasajeros. La velocidad media de la operación es similar a la velocidad de los autobuses convencionales y tren ligero, y varía de 15 a 35 km/h. La capacidad de transporte de la unidad de un vehículo estándar es 2.500 a 3.500 pasajeros por hora, y se puede incrementar desde 4.000 hasta 4.500 pasajeros por hora. La capacidad puede ser incrementada de acuerdo con las características específicas de funcionamiento, como el carril exclusivo y priorización de tráfico, lo que asemeja la capacidad del BRT y el LRT.

Un sistema de trolebús puede ser físicamente integrado con otros modos, mediante la creación de una estructura en la que cada sistema tiene su propio lugar y su papel en la red global. Un ejemplo típico sería la integración con un sistema de rieles, donde el riel cubre los flujos principales de pasajeros y el otro modo cubre las zonas con menor densidad de población y por lo tanto menos demanda para el transporte. Bajo este concepto, las líneas de trolebuses ya no son líneas radiales, los que van hacia el centro de la ciudad, mas sí rutas alimentadoras del sistema ferroviario de mayor capacidad.

Otro tema es la integración tarifaria. Mediante la integración del sistema de pago de todos los subsistemas que proporcionan el servicio de transporte en una ciudad, el nivel de calidad que se ofrece a los clientes aumenta considerablemente, lo que también permite a los clientes elegir un subsistema en las mismas o similares condiciones.

La eficiencia operativa de los sistemas de transporte público de superficie puede ser incrementada a través de la introducción de los carriles de tráfico segregado y el derecho exclusivo en los semáforos, como parte de un plan de transporte público. La integración del control y de supervisión remota con sistemas de seguridad aumenta la fiabilidad, la accesibilidad y el atractivo de todos los subsistemas.

Una política de desarrollo del sistema de trolebuses exige la coordinación y la continuidad de las mejoras generales del sistema, lo que aumenta el ahorro de costos, la funcionalidad y la protección del medio ambiente.

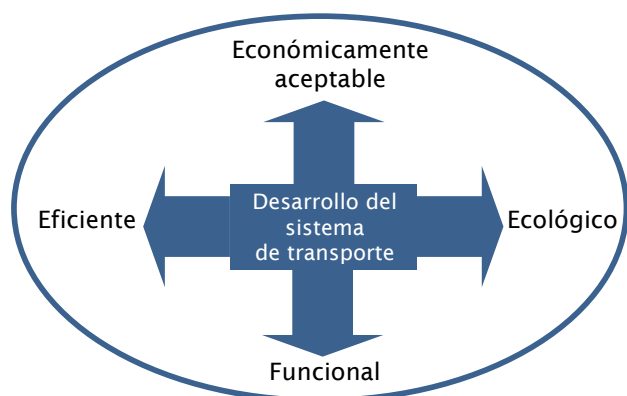


En Ginebra, se ofrecen varias líneas de alta capacidad, comparable con LR, trolebús con 24m de largo, biarticulados y con 4 ejes.

Cuando las autoridades locales comprenden cómo puede ser atractivo y rentable el trolebús, y cuál es la mejor manera de ponerlo en práctica, ellos estarán más dispuestos a llevarlo adelante.

En el diagrama, se muestra las prioridades para el desarrollo del sistema de transporte, la incorporación de las preocupaciones económicas y de reducción de costos, con el desarrollo de este nuevo sistema mediante el fomento de transporte urbano no contaminante.

Sistema moderno de transporte de pasajeros¹



2.1. Ventajas

Las ventajas ecológicas del trolebús son numerosas, van de emisión cero, a los neumáticos, haciendo que el coche sea más silencioso.

Otras ventajas incluyen diversas características de funcionamiento dinámico, como su suave aceleración y desaceleración, un bajo nivel de ruido en el interior del vehículo y la ausencia de vibraciones, cuando el vehículo está parado.

Además, la tecnología moderna permite vehículos de piso bajo, que se producen a diversas alturas ajustables a la plataforma de la estación. Por todas estas razones, el trolebús es un muy atractivo como modo de transporte de pasajeros.

De acuerdo con las pruebas realizadas en Arnhem (Holanda), el nivel medio de ruido para un trolebús es de 72 dB (A) en lugar de 78 dB (A) del autobús a la misma velocidad y en las mismas condiciones operación.

La inversión inicial de un sistema de trolebuses es 10% más grande que un sistema de autobús, pero es rápidamente revertida por los mayores ingresos generados, por el atractivo y la accesibilidad del sistema, su vida útil y su impacto ambiental positivo.

Según datos de 2001 del Ministerio de Transporte de Rusia, los costos de operación para el sistema de trolebuses de euros 5,31/1.000 asientos/km, que es un 12,1% menor que el costo del sistema de autobuses, lo que equivale era EUR 5,96/1.000 asientos/km.

De acuerdo con los sistemas e informaciones en Europa y otras regiones, como Asia y América Latina, la vida útil de un trolebús es de 20 años frente a 14 años como máximo para un autobús.

¹Development Policy for Public Transport Trolleybus Subsystems, UITP, 2010

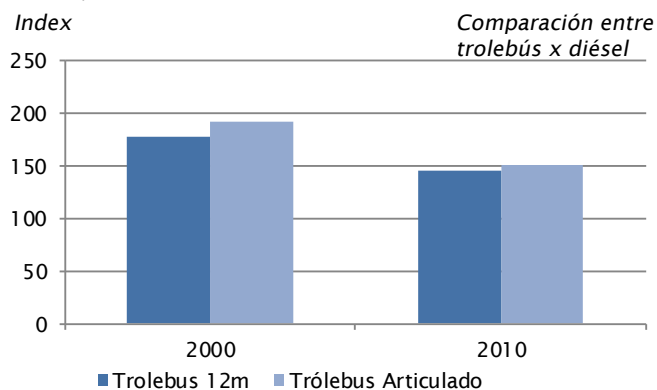
Con respecto a la contaminación visual causada por líneas aéreas en una ciudad, es evidente que a este respecto el sistema de autobús supera el trolebús, aunque algunos expertos no están de acuerdo.

Algunas investigaciones han demostrado que el sistema de trolebuses es mucho más aceptado por los usuarios del sistema de autobús. Las líneas aéreas garantizar una presencia visual constante en las zonas públicas, son una ventaja, no una desventaja, la red claramente marcada a lo largo de la ruta, mejora la accesibilidad del sistema de transporte público de una manera visual.

Los gráficos ilustran claramente las características positivas de un sistema de trolebús.

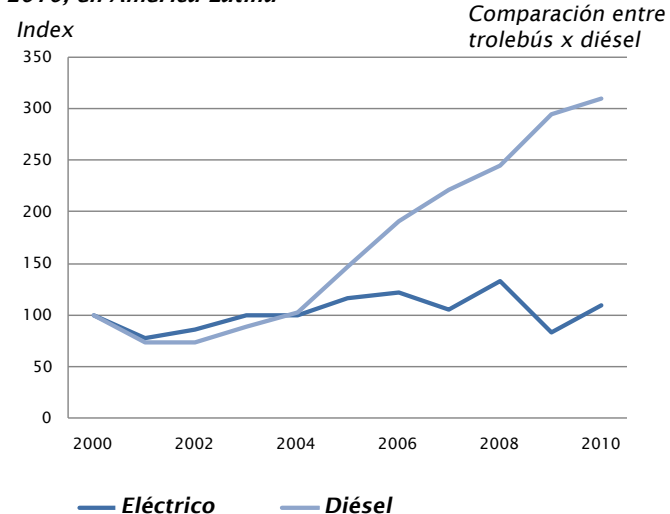
En el primero gráfico, la reciente caída de los precios sustanciales de trolebuses si comparativamente con el sistema diésel. Esta tendencia es el resultado del desarrollo del mercado, los procesos de contratación, y las normas armonizadas que son los desequilibrios de precios entre los sistemas de trolebuses.

Gráfico 1: Comparativo de los valores de trolebús en América Latina, 2000 -2010²



Por lo tanto, un gran inconveniente del sistema trolebús, que sería el tema económico se convertir en una característica menos significativa.

Gráfico 2: Evolución del precio de la energía industrial, 2000-2010, en América Latina³



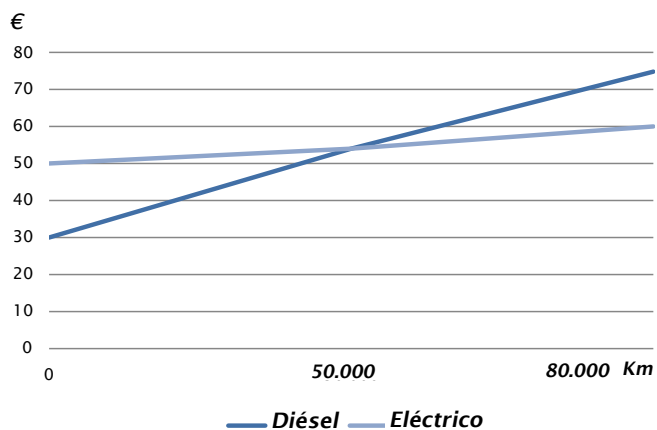
² Valores del promedio de vehículos existentes en América Latina (Argentina, Brasil, Chile y Quito), UITP 2012.

³ Estadísticas del Subsector Eléctrico, CEPAL, 2011.

El segundo gráfico presenta una comparación entre el precio de la fuerza motriz para trolebús (electricidad) y autobuses (diésel). El precio de la electricidad es generalmente constante y en algunos casos tiende a disminuir ligeramente, pero no los precios del diésel, que no deberán disminuir en el futuro.

El tercer gráfico muestra que los costos de capital invertido y de energía de tracción cuando se combinan hacen el trolebús más competitivo, incluso si se utiliza de forma intensiva.

Gráfico 3: Costo de la inversión y de energía de la tracción.⁴



2.2. Aspectos de implementación y contrato

Un elemento significativo del coste de implementación del trolebús es la instalación de la red aérea, es decir, la electrificación de una ruta completa, puede estar cubierta sólo por el transporte de un mayor número de pasajeros por unidad de tiempo.

En relación con los principales objetivos y los efectos del desarrollo del transporte público urbano en los próximos años, el sistema de trolebuses con sus características y prestaciones tiene excelentes perspectivas de desarrollo futuro, sobre todo si se analizan los efectos de los costos de operación a largo plazo.

Para esto, es importante tener en cuenta en el cálculo los diferentes períodos de depreciación de los vehículos y de la red aérea y, en este escenario, la proporción de los costos totales es más favorable para el trolebús. Así, para el período de amortización promedio de 11 años para los autobuses (diésel), para el trolebús es de 16 años y 22 años para la red. El tiempo de amortización de la red varía según el tipo de componentes. Así, el tiempo de depreciación de la línea electrificada en sí mismo puede ser mucho más corto, pero por lo demás, el tiempo de depreciación de otros componentes con una subestación se incrementa, como lo que estudios consideran un tiempo medio de depreciación.

⁴ *Trolleybus prices have decreased substantially in recent years, UITP 2007*

⁵ *Conditions for implementing Trolleybuses in Public Urban Transport, Traffic & Transportation, 2010*

El análisis de costos para el uso de ciertos tipos de vehículos muestra que los costos de mantenimiento y la propulsión por kilómetro de operación es un poco más alto (alrededor de 7%)⁵ para el trolebús que para el autobús diésel. Esto tiene como resultado principalmente el aumento en los costos de operación de los gastos fijos generales. La diferencia de los costos variables, incluyendo los costos de energía para los trolebuses que son mucho más pequeños, y con los correspondientes precios de la política de energía podría ser aún más favorable para los trolebuses.

En cuanto a la financiación de proyectos de trolebús hay dos estructuras más comunes, los contratos de larga duración (más de 10 años), por ejemplo, en un contrato de 20 años de operación en general, es posible que el inversor sea responsable por la instalación y la electrificación del sistema y también la compra de los vehículos. En los contratos de opciones más cortas, el inversor debe tener la responsabilidad de la compra de vehículos y la red electrificada área está a cargo del gobierno. En esta segunda opción, todavía puede ser que sea más comercial, cobrando por el uso de infraestructuras durante el contrato de operación.

Los contratos puede tener varias alternativas, las comentadas anteriormente son los más comunes, pero todavía hay otros tipos de contratos como en el contrato de 10 años, el gobierno se responsabiliza por la compra de vehículos y el ganador de la competencia, el inversor privado para la operación debe comprar vehículos en el precio de mercado para los próximos 10 años del contrato.

La introducción de trolebuses requiere una red suficientemente amplia de rutas y un buen tamaño de la flota, para garantizar economías de escala y la flexibilidad para ofrecer un buen servicio.

Otras barreras para la introducción de trolebuses para transporte público urbano de pasajeros serán eliminadas con mejores contratos que tengan en cuenta el ahorro de energía y el medio ambiente, así como la introducción de normas legales adecuadas.

También debe haber campaña de sensibilización de los usuarios, para que la sociedad apoye el despliegue del sistema, crear una mayor conciencia de los efectos ambientales y sobre la economía de energía generada por el sistema, contribuye al logro de la conciencia ecológica.



El sistema de trolebús de Quito tiene alta capacidad con la circulación exclusiva y sistema de prepago.

3. Ejemplos en América Latina

Trole Quito: El trolebús de Quito (Ecuador) comenzó a operar en diciembre de 1995 y es el diseñador del sistema de un transporte público integrado. El sistema se amplió en 2000 y 2008. Los vehículos operan en rutas exclusivas, que forman un sistema BRT trolebús. A lo largo del eje norte-sur de la ciudad con 24 km, el corredor se encuentra sea en un lado o en el centro de la pista, de acuerdo con las características de cada segmento de la ruta, para facilitar los servicios de transferencia al alimentador, que es operado por autobuses convencionales. El sistema incluye prepago y los trolebuses son operados directamente por el Municipio de Quito, mientras que los servicios de alimentación están a cargo de los concesionarios privados. Actualmente en funcionamiento hay cinco circuitos principales, con 113 vehículos de 18m, llevando diariamente cerca de 250.000 pasajeros.



El Corridor Metropolitano ABD lleva 5,5 millones de pasajeros por mes

Corredor Metropolitano ABD: El Corredor Metropolitano ABD (San Mateo - Jabaquara) es un sistema de BRT con flota mixta, de autobuses y de trolebuses. Las líneas son operadas por un concesionario privado desde 1997. El sistema tiene como autoridad EMTU/SP que es directamente responsable por la gestión del sistema, mientras que la operación, el mantenimiento, los vehículos y el sistema de vías son de responsabilidad del sector privado por un período de 20 años por contrato. El corredor tiene 33 km, y cruza varias ciudades de la región metropolitana de São Paulo (Brasil), opera con 80 trolebuses y otros autobuses de diversos combustibles (hidrógeno, híbridos y diésel), con una flota total de 260 vehículos operacionales, y transporta 5.500.000 pasajeros por mes. La flota de trolebuses tiene configuraciones diferentes, como padrón, de piso bajo y articulado.

Corredor Cero Emisiones: La red de servicio de trolebuses en la ciudad de México DF (México) cuenta con 8 líneas con una longitud de 203,64 km, que incluye los corredores Cero Emisiones: Eje Central, Eje 2 - 2A Corredor Sur y el nuevo Cero Emisiones "Autobús - Bici Eje 7 - 7A Sur", que se inauguró en noviembre de 2012.

La flota de vehículos es de 290 trolebuses, los cuales operan en un intervalo medio de 4,0 minutos, todo ello en el Distrito Federal. La longitud total de la red de catenaria para trolebuses es 412,8 km, con 43 subestaciones. El sistema está completamente integrado con la red de la ciudad y es operado por una empresa pública, Servicio Eléctrico de Transporte del Distrito Federal.

Tromerca: Trolebús Mérida, CA es una empresa de transporte público, responsable por financiar, supervisar e implementar programas de ingeniería e infraestructura, así como el funcionamiento del sistema de transporte público en el área metropolitana de Mérida (Venezuela). El sistema incluye un metrocable y el trolebús integrado. La línea de trolebús está operando en su totalidad desde 2012 (más 4 líneas están previstas), con extensión de 13 km, está operando con 45 vehículos articulados que corren por carriles exclusivos (BRT). La demanda diaria del sistema es de unos 40 mil pasajeros.

Otras ciudades de América Latina tienen sistema de trolebuses, pero estos sistemas no funcionan como sistemas de alta capacidad. La operación se realiza sin carril exclusivo, lo que deteriora la capacidad del sistema. Por lo general son los sistemas más antiguos, que no han recibido importantes inversiones para renovar con el tiempo, pero siguen desempeñando un papel importante teniendo en cuenta los aspectos ambientales de las emisiones contaminantes, en comparación con el cambio de estos vehículos por autobús diésel.

En Chile, el único sistema de trolebuses que hay es en Valparaíso, es operado por la empresa pública Chile Trolebús S. A., y tiene la flota más antigua en funcionamiento en el mundo.

En Argentina, la situación es similar, con sistemas de trolebuses y sistemas operativos con una baja inversión pública para la modernización.

En Rosario el sistema de trolebuses se inauguró en 1958, se amplió en 1992 cuando se hizo una oferta por la concesión del sistema. El operador privado sería responsable por el sistema por 15 años (con una posible extensión de más de cinco años) y en el primer año debería renovar la flota, y renovar las subestaciones y líneas aéreas. En el mismo año, la operación comienza con 20 nuevas unidades, pero el contrato deja de ser cumplido y en el año 2002 el sistema vuelve a la operación pública. Hoy el sistema es operado SEMTUR - Sociedad Estatal de Transporte Urbano Municipal de Rosario, con la misma flota de 20 vehículos.

El sistema de trolebuses de Mendoza también data de 1958 y es operado por la empresa pública, Empresa Provincial de Transportes de Mendoza - EPTM. En 2008, hubo una renovación del sistema con la compra de 80 trolebuses usados de la ciudad de Vancouver, Canadá. Esta flota fue añadida al sistema de 60 vehículos antiguos. En 2010, hicieron otra expansión con la compra de 10 vehículos nuevos. Así que con la adquisición de la flota comenzó una expansión de la red de trolebuses en la ciudad.

La ciudad de Córdoba cuenta con una red distribuida en tres líneas de trolebuses que son operados por una empresa de transporte público, Transporte Automotor Municipal Sociedad del Estado - TAMSE. El sistema fue inaugurado en 1989 y opera con la misma flota de 34 trolebuses hasta hoy, modelo articulado y simples.

4. Conclusión

En lugar de una conclusión, dos preguntas:

- ¿Por qué el trolebús es visto como el sistema de transporte del futuro?
- ¿Por qué el trolebús se llama un sistema de transporte inteligente?

El sistema es ecológico, libre de emisiones y tiene el nivel de ruido más bajo en comparación con otros modos de transporte público, lo que es ideal cuando se alimenta con fuentes de energía renovables.

Se requiere menos inversión y menos tiempo de implementación en comparación con otros sistemas eléctricos similares.

Actualmente el precio de los vehículos ha disminuido como resultado del aumento de la producción, así como los costos de mantenimiento también disminuyen debido a la mejora de la calidad de los chasis y las baterías. La mayor esperanza de vida hace que sea rentable en comparación con los autobuses diésel.

Debido al espacio interior y a la energía producida en el exterior del vehículo se convierte en atractivo para los pasajeros, añadiendo su flexibilidad en el espacio urbano, es la forma preferida en varias situaciones.

Es altamente dinámico, seguro, capaz de moverse libremente y con independencia de la topografía o de la carga del vehículo, y utilizar la energía almacenada en las baterías o de recuperación garante el servicio en cualquier situación.

Se puede satisfacer una gran demanda cuando se utilizan vehículos de alta capacidad, con operación por control de tráfico, con un alto rendimiento en los carriles exclusivos, llegando a un promedio de velocidad alta y con seguridad.

Por estas y muchas razones más, el sistema de trolebuses cumple con las exigencias del medio ambiente y la movilidad.



Sistema BRT con trolebús, Mérida, Venezuela, uno de los sistemas más nuevo de América Latina

La Unión Internacional de Transportes Públicos - UITP reúne más de 3.400 miembros originarios de 92 países a nivel mundial y representa los intereses de los principales actores del sector del transporte público. Los miembros de la UITP son autoridades del transporte público, operadores, tanto públicos como privados, y la industria. La UITP centra su trabajo en los aspectos económico, técnico, de organización y de gestión del transporte de pasajeros, así como en el desarrollo de políticas destinadas a la movilidad y al transporte público a nivel mundial.

Recomendaciones:

En sus esfuerzos por promover la movilidad de las ciudades con bajas emisiones de carbono, la UITP insta a todos los agentes del sector a apoyar el desarrollo de un transporte público atractivo y eficiente. Para esto, los invitamos a cooperar con las siguientes acciones:

- Promover el trolebús para el usuario como **medio de transporte ambientalmente eficiente**.
- **Es importante adaptar otras áreas con el fin de crear condiciones favorables, en particular en el ámbito de la política energética de impuestos.** Así también otras medidas deben ser implementadas para reducir significativamente los costos de realización del proyecto que permitirá la viabilidad en un corto período de tiempo.
- **La selección de herramientas y métodos para la planificación urbana integrada,** incluyendo las herramientas y el análisis económico de la planificación del transporte urbano y del uso del suelo con un impacto sobre el medio ambiente. Es importante tener una visión general del impacto de los sistemas de trolebuses.
- Determinar las metodologías adecuadas para definir los factores que pueden ayudar a **guiar la dirección de las políticas para restaurar este modo de transporte público** en la planificación del desarrollo urbano y influenciar los nuevos sistemas.
- **Apoyo técnico** a los operadores y autoridades de transporte en las ciudades para planificar e introducir el sistema de trolebuses o para revitalizar los sistemas existentes.
- Utilizar el análisis de los efectos de las emisiones de carbono en **todo el ciclo de vida de los vehículos para la selección de proyectos de infraestructura de transporte.**
- **Uso de los contratos con los operadores como una herramienta dinámica** para la tendencia a la descarbonización gradual, con un enfoque concentrado en la transparencia y el conocimiento de los costos de implementación del sistema.

UITP
División América Latina

Tel: +55 11 3371 22 95

latinamerica@uitp.org
www.uitp.org

UITP