

*Ph.D. Andrés Emiro Díez Retrepo
Grupo de investigación en T&D.
Bogotá 10 de Junio de 2015*

¿Cómo incrementar la eficiencia energética del sector transporte? Una hoja de ruta para Colombia



Elementos para La hoja de ruta eficiencia energética en sector transporte



- Transporte de **alta y mediana capacidad**: vehículos **conectados a La red** eléctrica (Metro, Tren ligero, Tranvías y Trolebuses modernos).
- En **Colombia** gran oportunidad: **Electrificación de Los BRT. Caso Quito referente mundial.**
- BRT eléctrico: no requiere cambio de esquema infraestructura estatal, operación privada; **ampliar concesión** a ciclo de vida de vehículos 20 años.
- No caer en **distracciones** con **tecnologías emergentes** (batería, UC, recarga por inducción, son **Complementos** no sustitutos).
- Gran oportunidad para La **industria local**: **trolebús Colombiano.**
- Se requiere **integración y coordinación institucional**: empresas operadoras de **transporte** y **operadores de red.**
- En el transporte de carga integración multimodal, el ferroviario es fundamental...

El vehículo eléctrico en transporte masivo



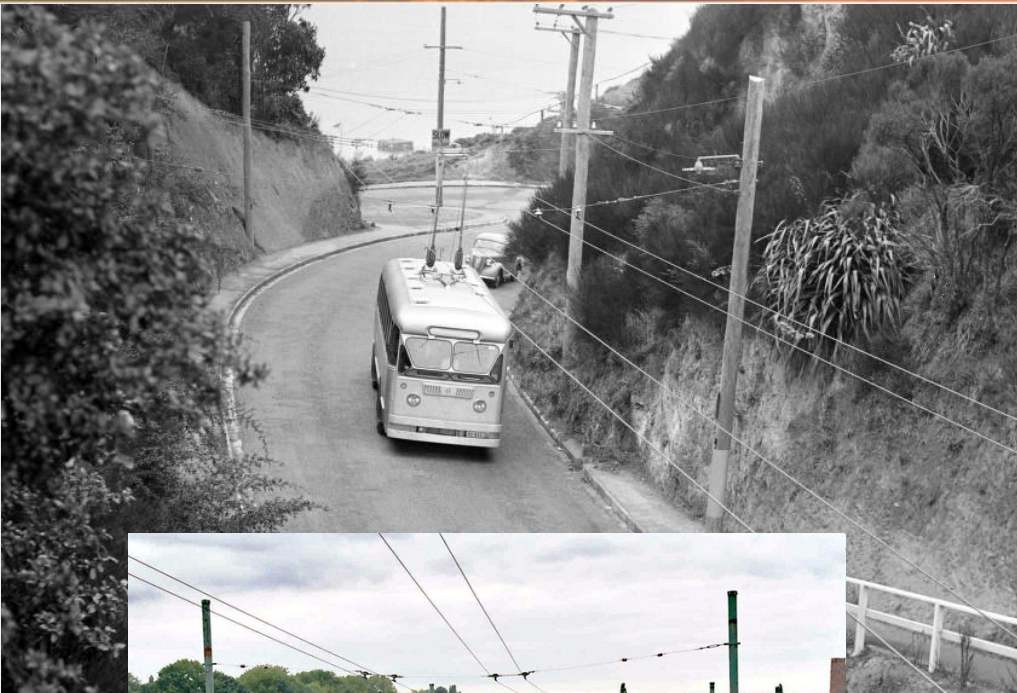
Vehículos conectados a La red:
Capacidad de operación intensiva
(mayor a 300 km diarios)

Altas pendientes, núcleo del transporte

Si es para subir: ELÉCTRICO



Universidad
Pontificia
Bolivariana



*Excelente medio de subir por Los
barrios de Medellín, buses bajando
contribuyen con los que suben:
frenado regenerativo*

Fuentes : transpressnz

Si es para subir: ELÉCTRICO



Excelente medio de subir por los barrios de las ciudades Colombinas, buses bajando contribuyen con los que suben: frenado regenerativo: seguridad y ahorro de energía

Fuentes : transpressnz

Caso Quito: referente que se debe proteger

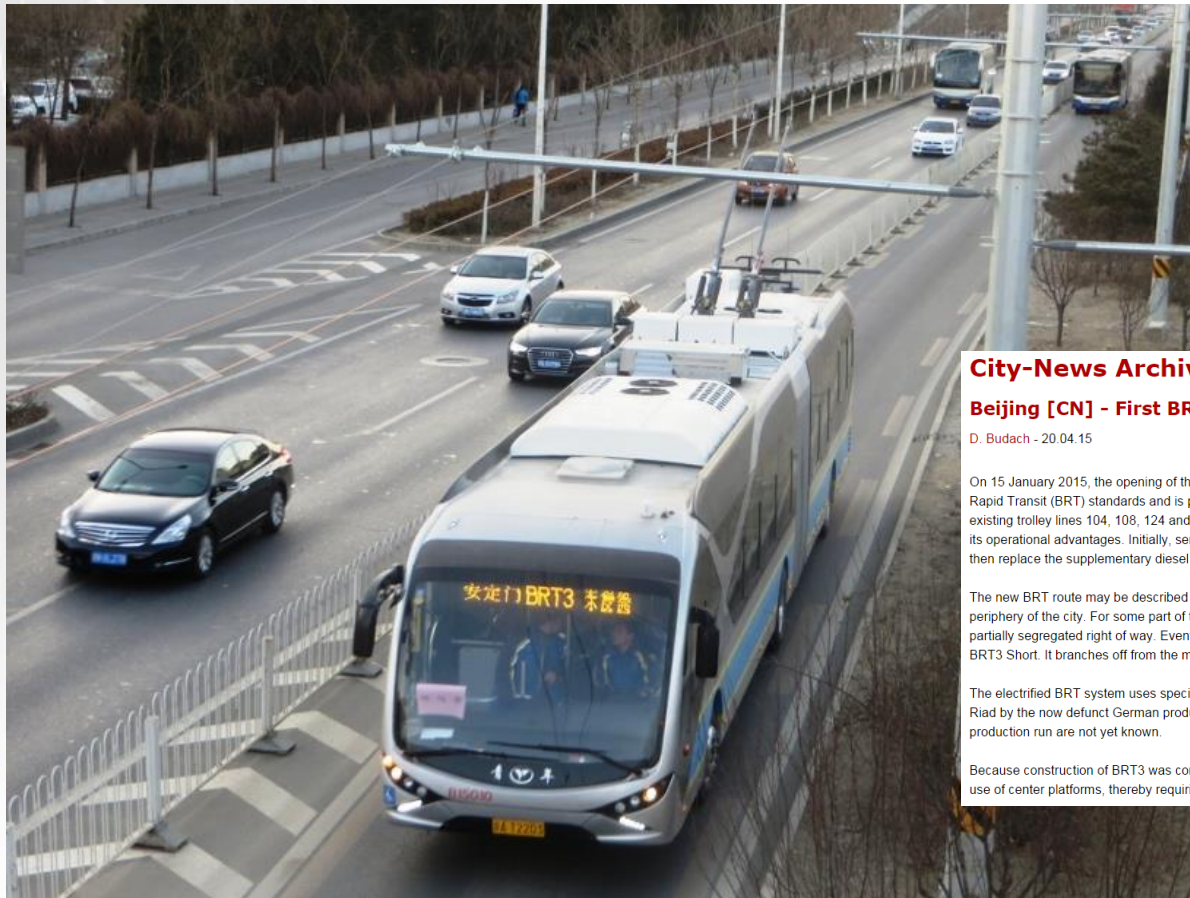


Universidad
Pontificia
Bolivariana



Caso Quito: China adopta el modelo en 2015!

*La batería es el
respaldo, no la fuente
principal*



City-News Archiv

Beijing [CN] - First BRT lines converted to trolleybus operation

D. Budach - 20.04.15

On 15 January 2015, the opening of the first of two new trolleybus lines took place without much fanfare. The 23 km long route has been built according to Bus Rapid Transit (BRT) standards and is presently the longest trolleybus line in China. On several sections, the new BRT alignment shares the catenary with the existing trolley lines 104, 108, 124 and 127. For much of the way there is a segregated bus lane, allowing the BRT system to reach its full potential and exploit its operational advantages. Initially, services had to commence with just five articulated trolleybuses, but gradually more units are expected to enter service and then replace the supplementary diesel buses that have been deployed as a temporary stop-gap measure.

The new BRT route may be described as having a primarily sub-urban character. It runs from the bus interchange Andingmen as far as Hong-fu-yuan on the periphery of the city. For some part of the way, an existing bus line runs parallel to the BRT corridor. It too is slated for electrification and already now features a partially segregated right of way. Eventually this line should terminate at Tian-tong-yuan. Another part of the bus rapid transit network has been designated as BRT3 Short. It branches off from the main BRT3 corridor and requires the buses to use their battery mode in order to reach the Wen-du-shui-cheng terminus.

The electrified BRT system uses specially designed, articulated trolleybuses supplied by YoungMAN. Their design is similar to the units which were delivered to Riad by the now defunct German producer Viseon. The roll-out of the YoungMAN vehicles for Beijing is presently in full swing, although the final numbers of the production run are not yet known.

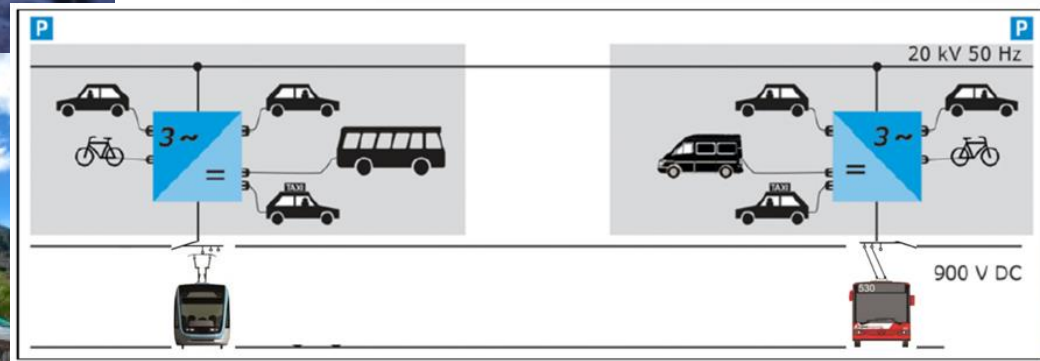
Because construction of BRT3 was completed very promptly, works have already started on BRT1. As a special feature, this route will see the installation and use of center platforms, thereby requiring the specially procured trolleys to have entry doors on the left-hand side.

Fuente: Trolleyemotion

Adecuado uso de tecnologías emergentes



La única tecnología disponible para tracción eléctrica de alta capacidad, operación en pendientes, costos operativos bajos y buenos resultados financieros: vehículos conectados a la red: uso de línea aérea de contacto. Tecnologías emergentes: (batería, supercaps, etc) complemento para incremento de flexibilidad.



Source:
Prof. Müller-
Hellmann,
VDV-Förder-
kreis;
adapted)

*Tranvía Ayacucho: **Con catenaria**,
tracción neumática: Mega-trolebús
guiado.*

No olvidar los Biarticulados cuando la demanda lo requiere (caso Suiza)



Universidad
Pontificia
Bolivariana



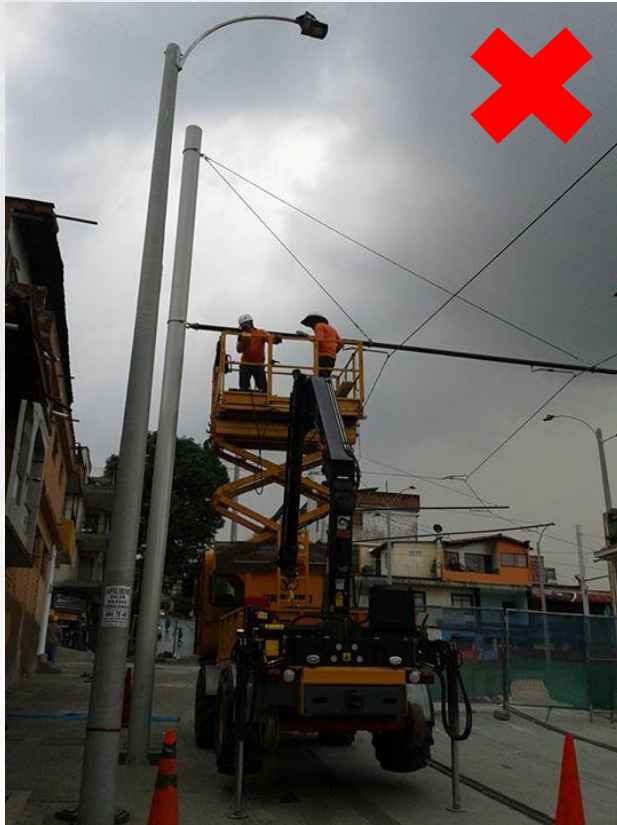
***No olvidar los Biarticulados:
Turquía!***



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**



¿Integración institucional? EPM-Metro



Postes catenaria: deben integrarse a alumbrado público, vigilancia señalización, semaforización, etc

¿Integración institucional? EPM-Metro



Universidad
Pontificia
Bolivariana



*Fuente y
agradecimiento:
Allen Morrison.*

*Desde Los años 30:
uso adecuado de
postes de
infraestructura
tranviaria, en
Medellín*

**No olvidar consumo de servicios auxiliares
(calefacción y aire acondicionado)**



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**





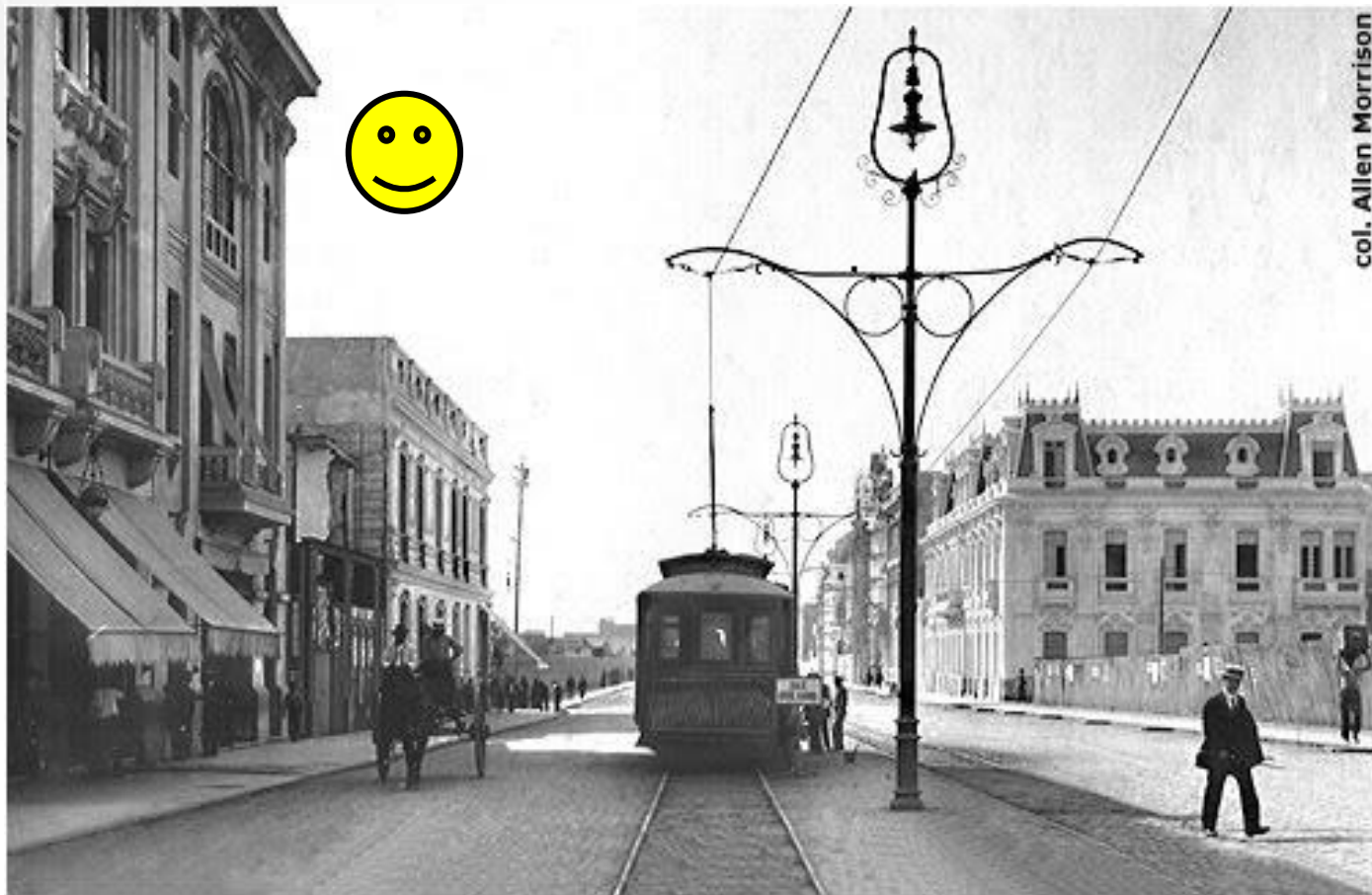
Universidad
Pontificia
Bolivariana



Postes catenaria: deben integrarse a alumbrado público, vigilancia señalización, semaforización, etc

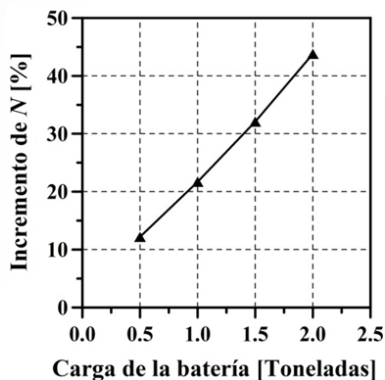


Universidad
Pontificia
Bolivariana



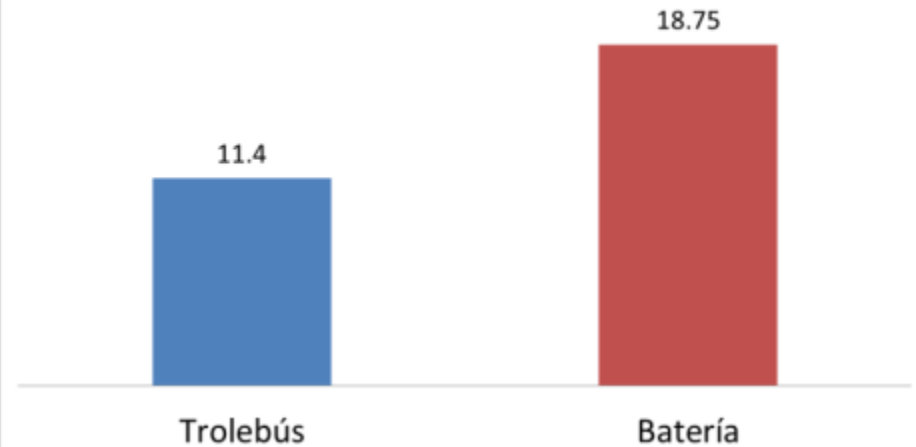
... y las baterías?

	Trolebús	Bus de batería BYD
Longitud (m)	12	12
Peso vacío (kg)	10.900	13.800
Peso máximo (kg)	18.000	18.000
Peso para pasajeros (kg)	6.100	4.200
Pasajeros (65 kg/pasajero)	105	64
Consumo de energía por kilómetro (kWh/km)	1.2	1.2



Trole+batería UPB

Consumo de energía por pasajeros y por kilómetro
Wh/(km-p)



Bus Chino Batería

Degaste de pavimento, IC. PhD. Hugo Alexánder Rondón

Baterías y Ultracaps complemento perfecto



*Mucho más práctico, económico y eficiente: **vehículos conectados a la red.***

Que pueden desconectarse y conectarse.

Buses a batería: alimentadores



Grandes beneficios a escala nacional



Fácilmente puede lograrse altos impactos (actual TM, sistemas de Cali y Pereira)

		Antes (Tcal)	Después (Tcal)	Cambio
Consumo energía secundaria	Derivados petróleo	92.221	90.176	-2,2%
	Electricidad	34.937	35.439	1,4%
	Otros	23.330	23.330	0,0%
	Total	150.488	148.945	-1,0%
Reducción nacional consumo diesel			4,6%	
Reducción CO2 (nacional)			1,1%	

Mejor uso de la canasta energética nacional, incrementando el usufructo de la infraestructura del sector eléctrico: Clave generación hidráulica.

Fuentes : Propia

TRANSPORTE MASIVO: Hacia el BRT eléctrico en Colombia algunos datos operativos



Universidad
Pontificia
Bolivariana

Energía consumida kWh/km



5,39

Transmilenio articulados
diésel

6,77

Metroplús articulados
gas



2,25

BRT articulados eléctricos
(Trole Quito)

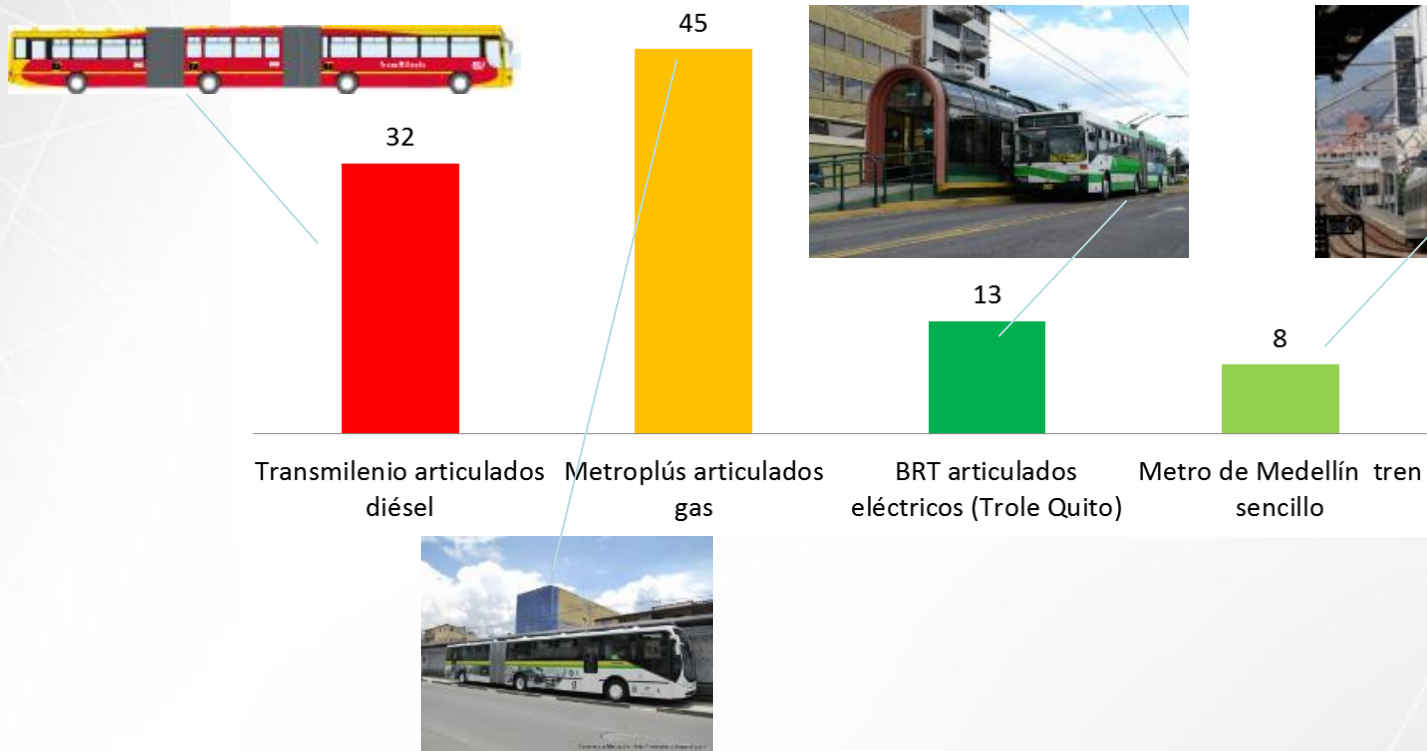
9

Metro de Medellín
tren sencillo



TRANSPORTE MASIVO: Hacia el BRT eléctrico en Colombia, algunos datos operativos

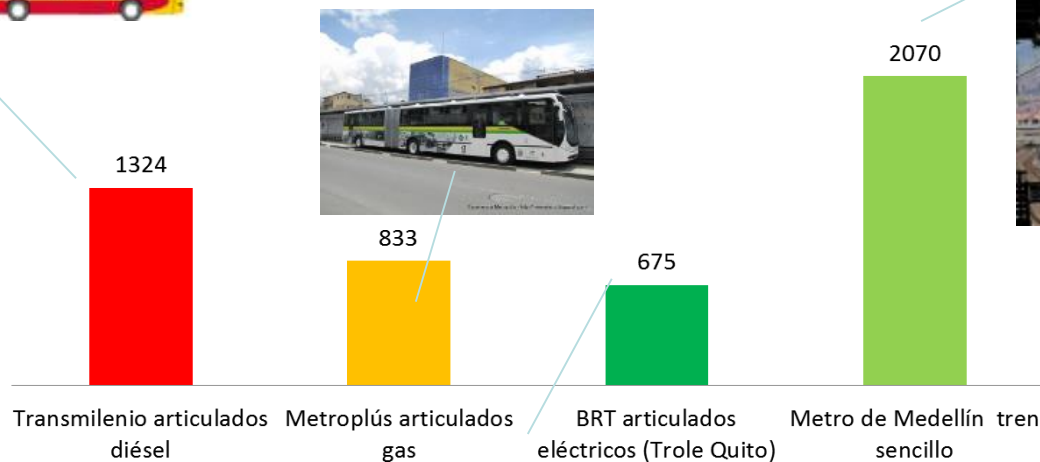
Consumo por pasajero por km (kWh/km-pp)



TRANSPORTE MASIVO: *Hacia el BRT eléctrico en Colombia, algunos datos operativos*



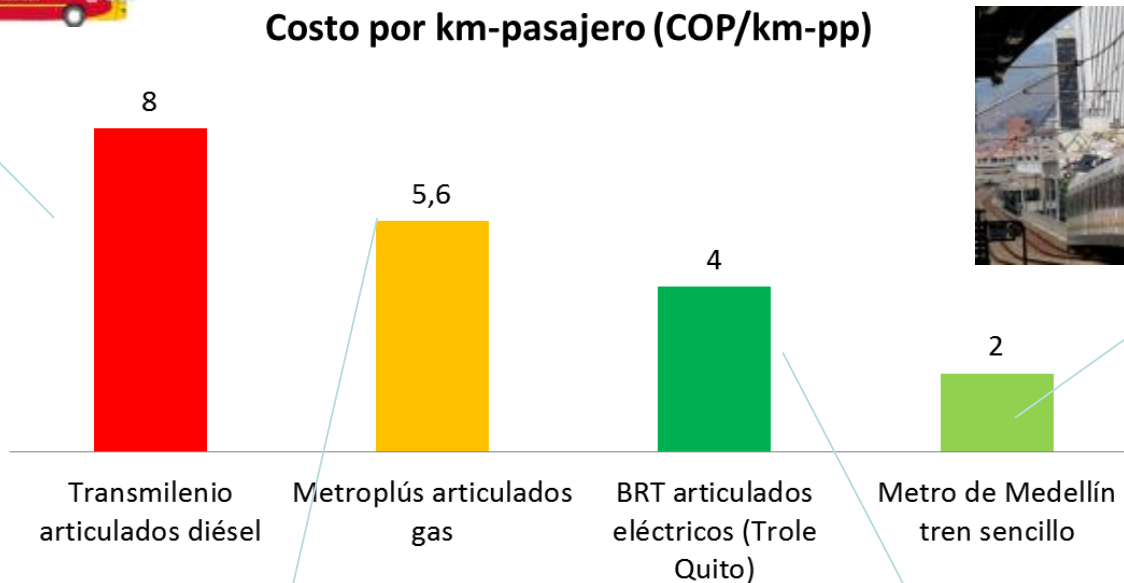
Costo por km (COP/km)



TRANSPORTE MASIVO: *Hacia el BRT eléctrico en Colombia,* *algunos datos operativos*



Costo por km-pasajero (COP/km-pp)



Si es masivo alta y mediana capacidad: eléctrico

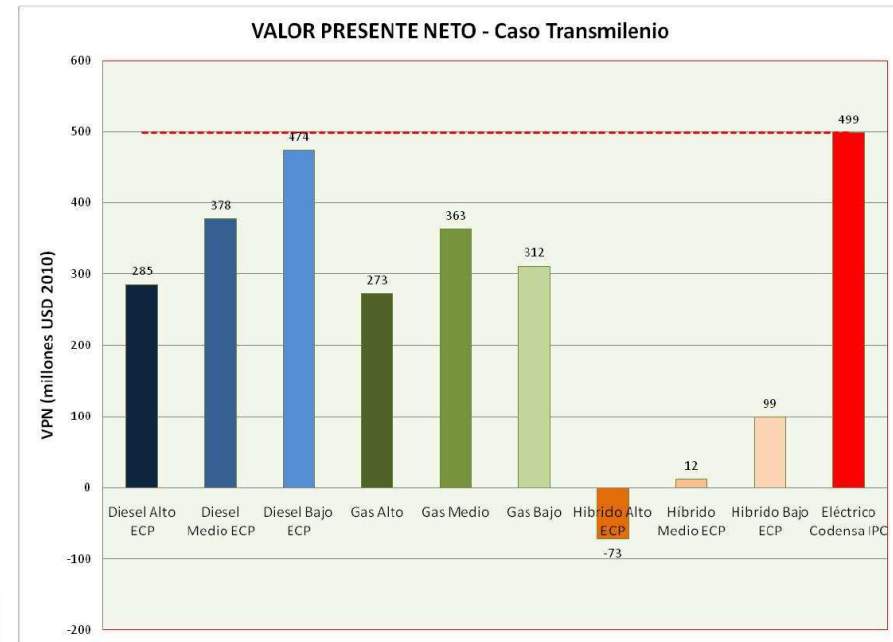


Figura 58. Valor Presente Neto – Caso Transmilenio

Uso intensivo: mejor “negocio” el eléctrico

Fuentes : Colciencias, CIDET, Codensa, UPB. Análisis de la factibilidad de una implementación de una solución de transporte masivo eléctrico de mediana capacidad mediante trolebuses trolebuses

Un plan en la misma dirección...



The Montreal Transit Agency's bus network electrification plan



Presented at the 2nd International Smart and Healthy Municipal Public
Transport Conference
Plzen, Czech Republic, April 9th 2013

Luc Y. Tremblay, Eng, Studies manager, Société de transport de Montréal (STM)



Perceptions...



Copyright 2002 John J. Guilan

Toronto trolleybuses are no longer in operations

of what the network
will look like...



26





Lyon, modern buses

Rather than what it
could look like...



Ambiental: Mala calidad del aire

“...significa que durante una proporción significativa de tiempo, los habitantes de la ciudad se encuentran expuestos a niveles de contaminación por material particulado que son considerados inadecuados por entidades como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud.”



Ambiental: Mala calidad del aire

“...Las concentraciones de partículas en suspensión total (PST) y de partículas respirables (PM₁₀) *se encuentran elevadas a niveles que exceden en 200-400% los límites de precaución definidos por la Organización Mundial de la Salud* y la tendencia es al *empeoramiento* a medida que *crece la densidad vehicular*... La contaminación del aire por material particulado en Medellín y su área metropolitana es alta, y ha de estar generando *consecuencias indeseables en la salud de sus habitantes*...”



Fuentes : 1. Gaitán, J. Cancino, E. Behrentz, “Analysis of Bogota’s Air Quality (2007), 2. Bedoya, J., Martínez, E.. Calidad Del Aire En El Valle De Aburrá (2010).