

# EJEMPLOS DE BRT's EN LATINOAMERICA Y EL MUNDO

**Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo**

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Agenda

- Comparacion entre sistemas de transporte masivo
  - Capacidad
  - Velocidad
  - Tarifas y subsidios
  - PIB per capita y PPA
  - Costos de infraestructura
  - Material rodante
  - Análisis integral de costos



# Agenda

- BRT'S
  - Infraestructura
  - Tipología de vehículos
  - Buses guiados
  - Tecnología de motores
- Cuatro ejemplos en América Latina
- Grafica Mundial de BRT's





# Capacidad

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS</b>	
Número de vehículos por unidad Dimensiones de los vehículos Configuración interna de sillas en los vehículos Número de posiciones para sillas de ruedas por vehículo	Número y altura de escalones para acceder al vehículo Velocidad máxima permitida Tasas de aceleración y desaceleración permitidas Tipo y mecanismo de las puertas Número, localización y tamaño de las puertas
<b>CARACTERÍSTICAS DEL DERECHO DE VÍA</b>	
Sección Grado de separación del tráfico mixto	Diseño y operaciones de intersecciones Alineamiento vertical y horizontal
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA PARADA</b>	
Tiempo de parada Distancia entre paradas Altura de la plataforma vs. Altura del vehículo Número y dimensiones de plataformas en cada parada	Sistema de recaudo Estructura tarifaria Segregación de ascensos y descensos Accesibilidad de los pasajeros a las paradas
<b>CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES</b>	
Operación en terminales Prácticas de ajuste de frecuencias	Tiempos para descanso de conductores Regularidad de llegadas a las paradas
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO DE PASAJEROS</b>	
Concentración de pasajeros en las estaciones	Patrón de demanda y formación de picos
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO</b>	
Volumen y características del resto del tránsito	Intersecciones a nivel
<b>SISTEMA DE CONTROL DE INTERVALOS</b>	
Automático	Políticas de espaciamiento mínimo entre vehículos

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

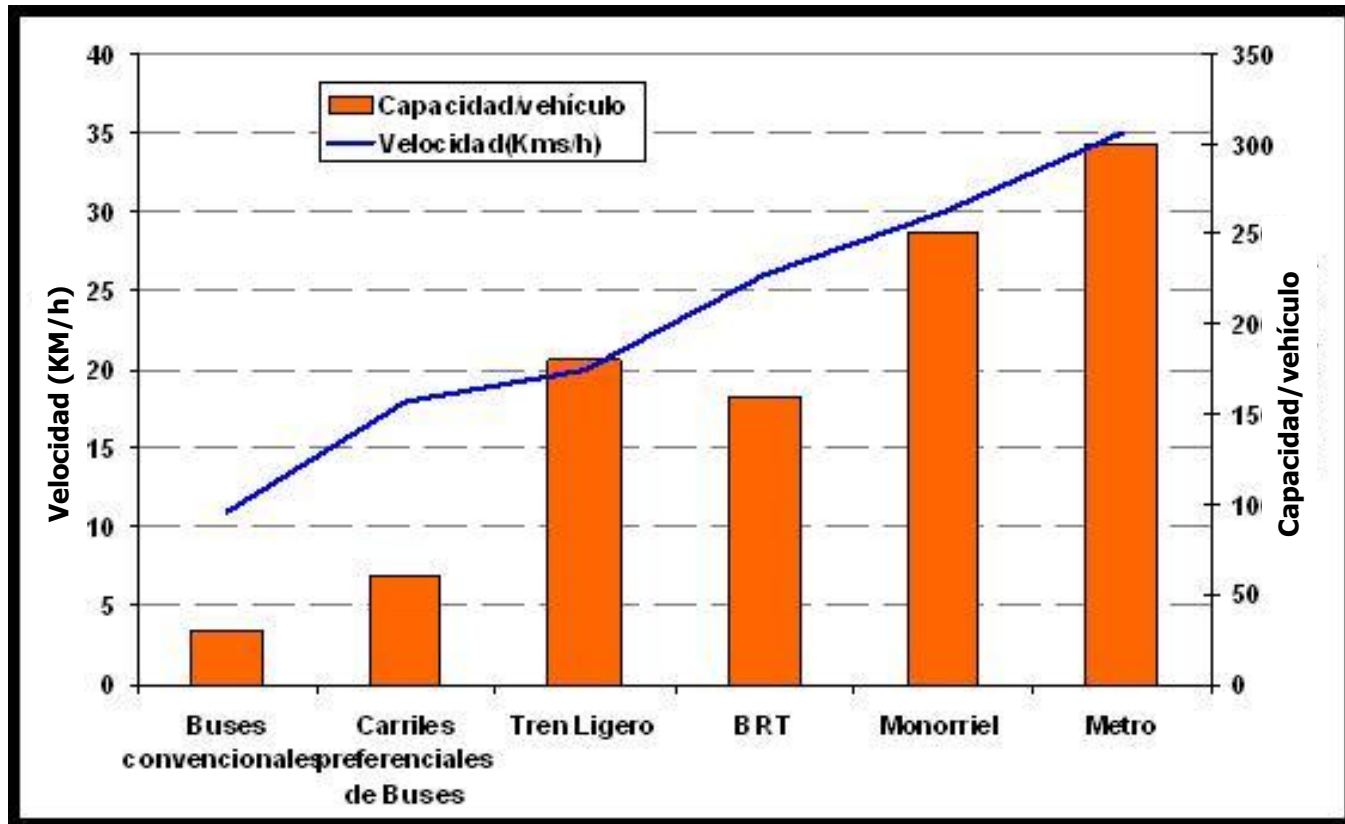
Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Capacidad vs. Velocidad



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

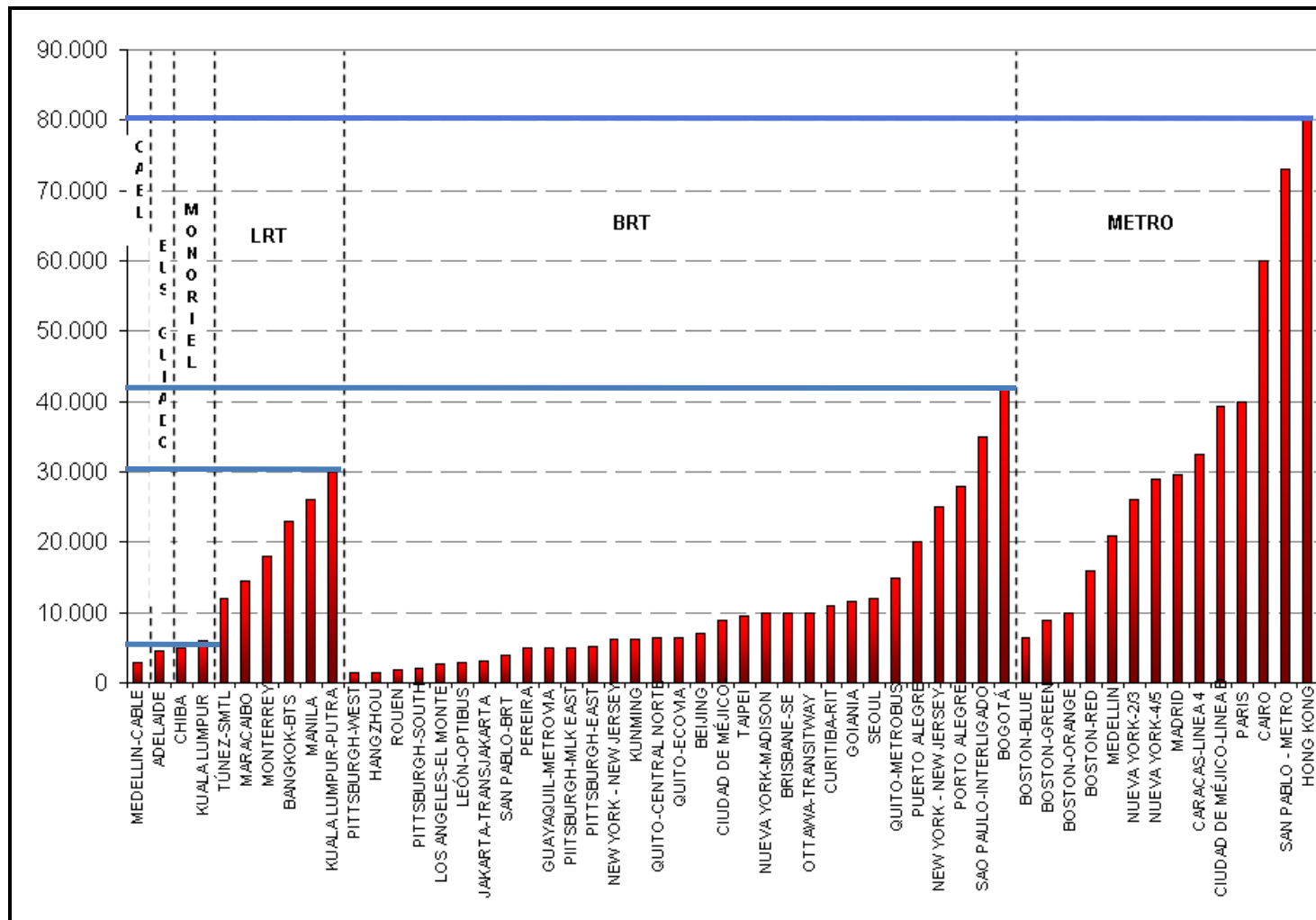
Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Comparación Capacidad



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

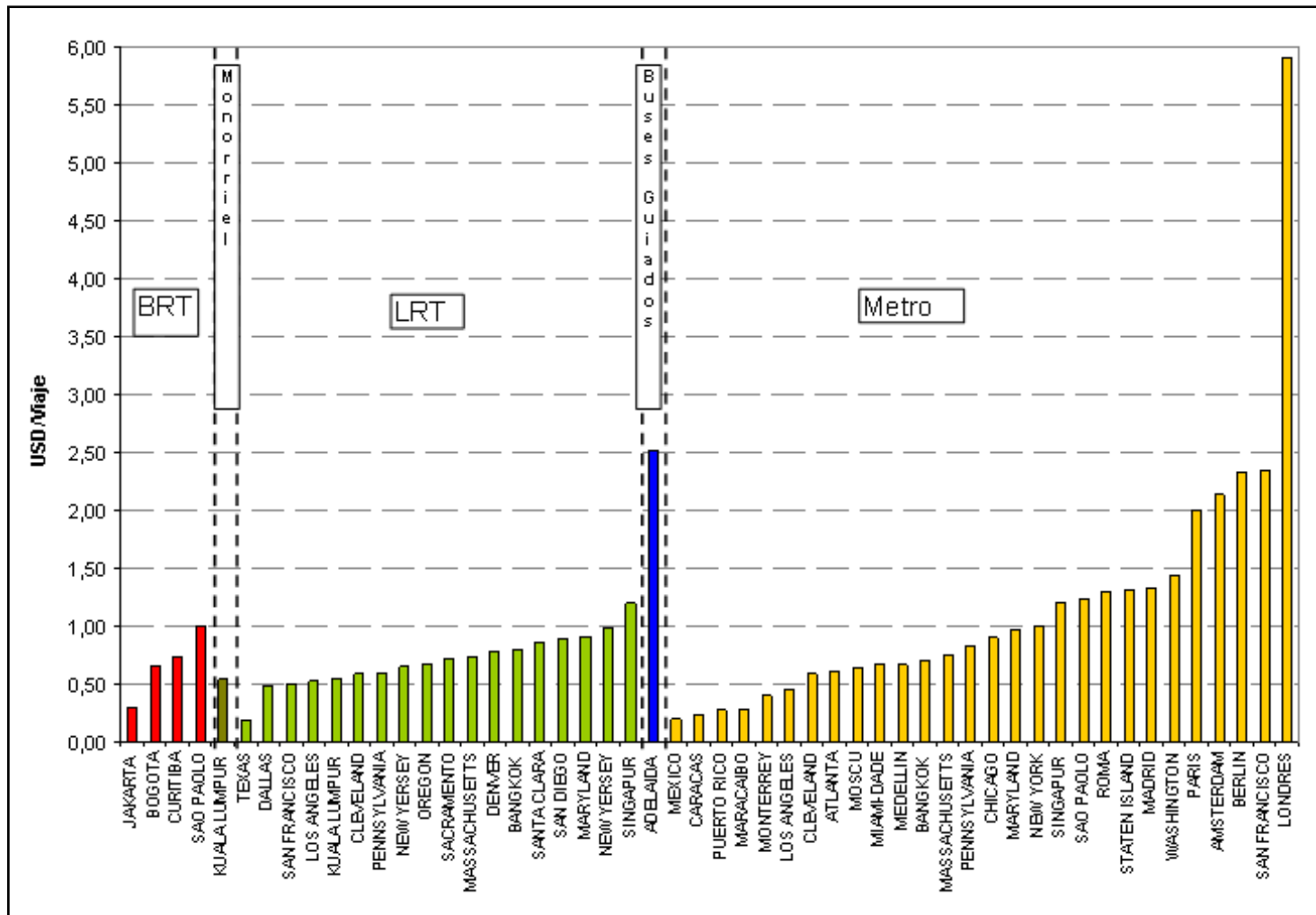
Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Comparación Tarifas



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

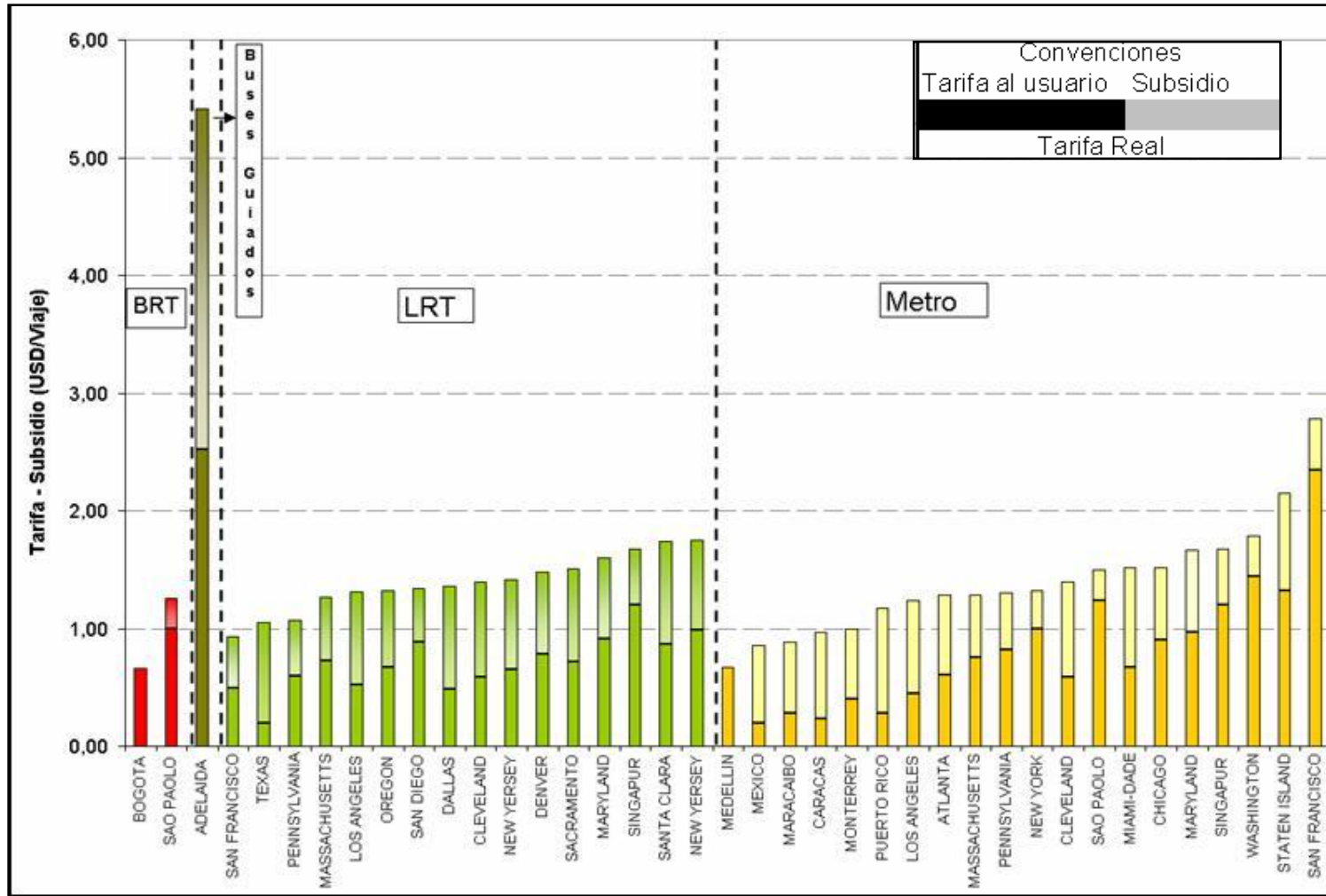
Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Comparación Tarifas y Subsidios



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

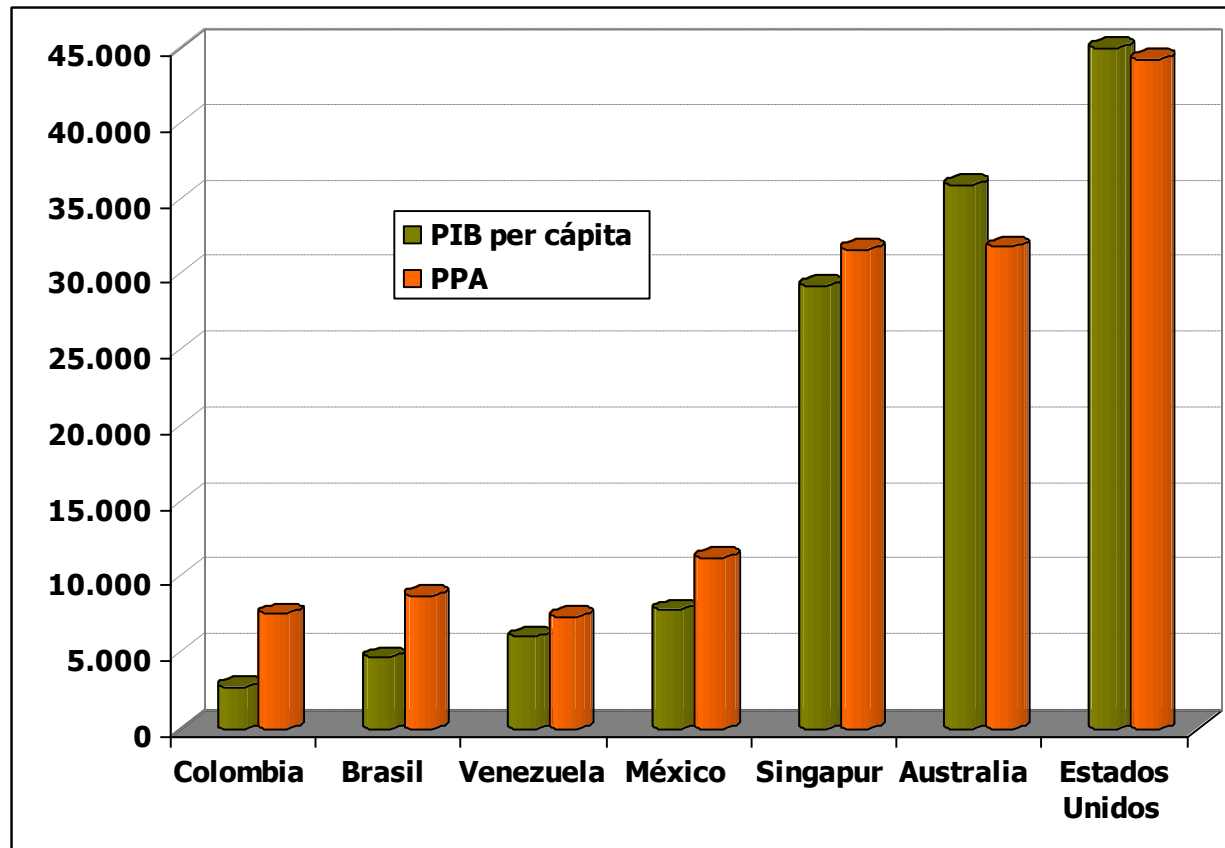
Angélica Castro  
 angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano  
**Planificación e Implementación de  
 Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**  
 Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Comparación PIB per cápita y PPA



Fuente: Elaboración TMSA a partir de datos de [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

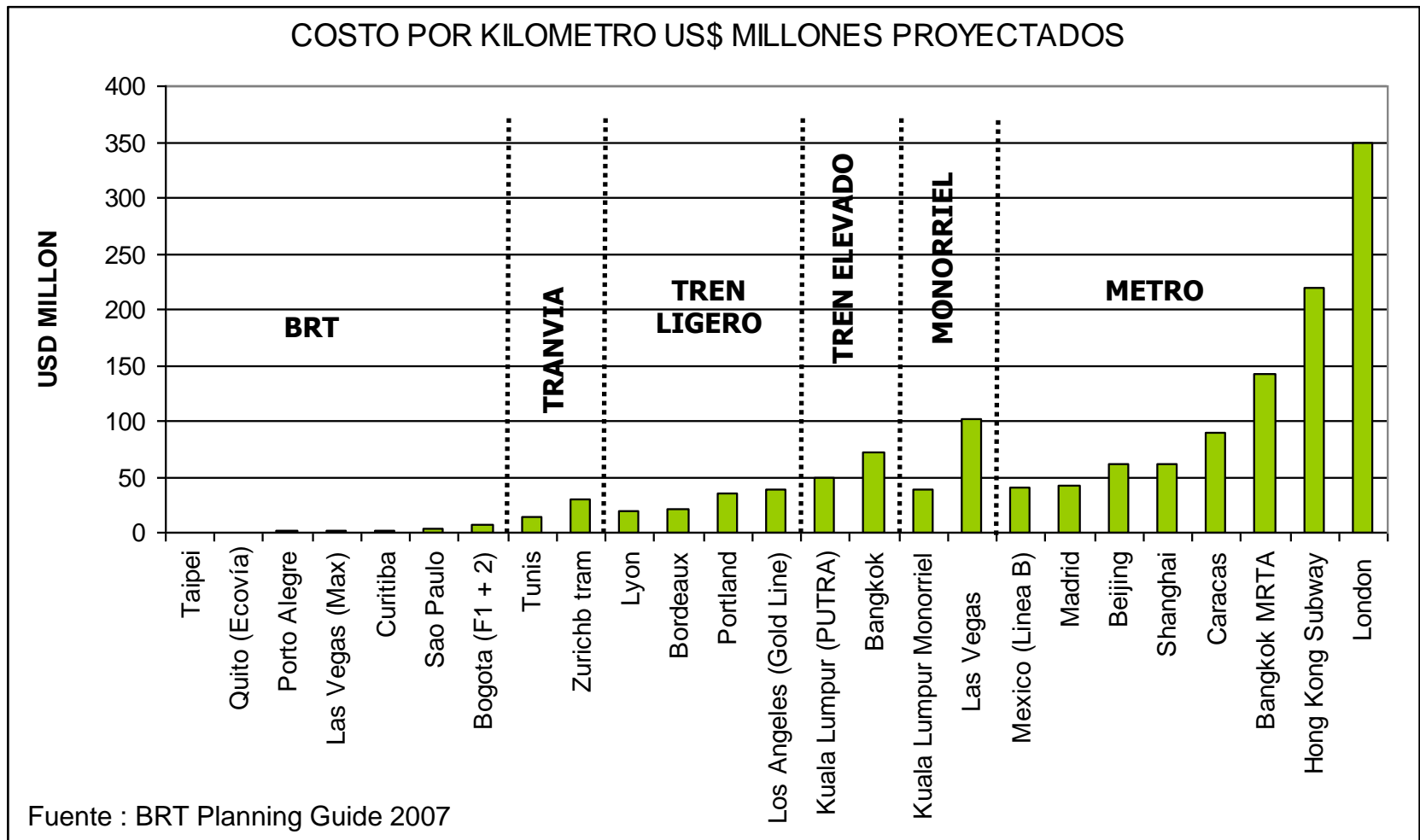
Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano  
Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)  
Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Comparación Costos de Infraestructura



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Costos programados vs. Costos reales

CIUDAD	KILOMETROS CONSTRUÍDOS	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN				REAL/ PROYECTADO
		USD MILLONES		USD MILLONES / KM		
		PROYECTADOS	REALES	PROYECTADOS	REALES	
CALCUTA	16.5	139	924	8.4	56	6.67
RÍO DE JANEIRO	26.8	480	3000	17.9	111.9	6.25
TUNEZ	30.0	104	312	3.5	10.4	2.97
MEDELLÍN	29.0	770	2288	26.5	78.9	2.98
EL CAIRO	42.6	469	1098	11	25.8	2.35
SAO PABLO	28.6	1510	3090	53	108.1	2.04
SANTIAGO	26.0	689	1270	26.5	48.9	1.85
MANILA	14.0	457	761	32.6	54.3	1.67
SEUL	116.5	5245	7081	45	60.8	1.35

**PROMEDIO**

**3.12**

Fuente : DNP Dólares de 1998

Para el caso del **Sistema TransMilenio** esta relación es de 1.44 (Costo Real USD 7.2, Costo Proyectado USD 5.0)

**Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo**

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

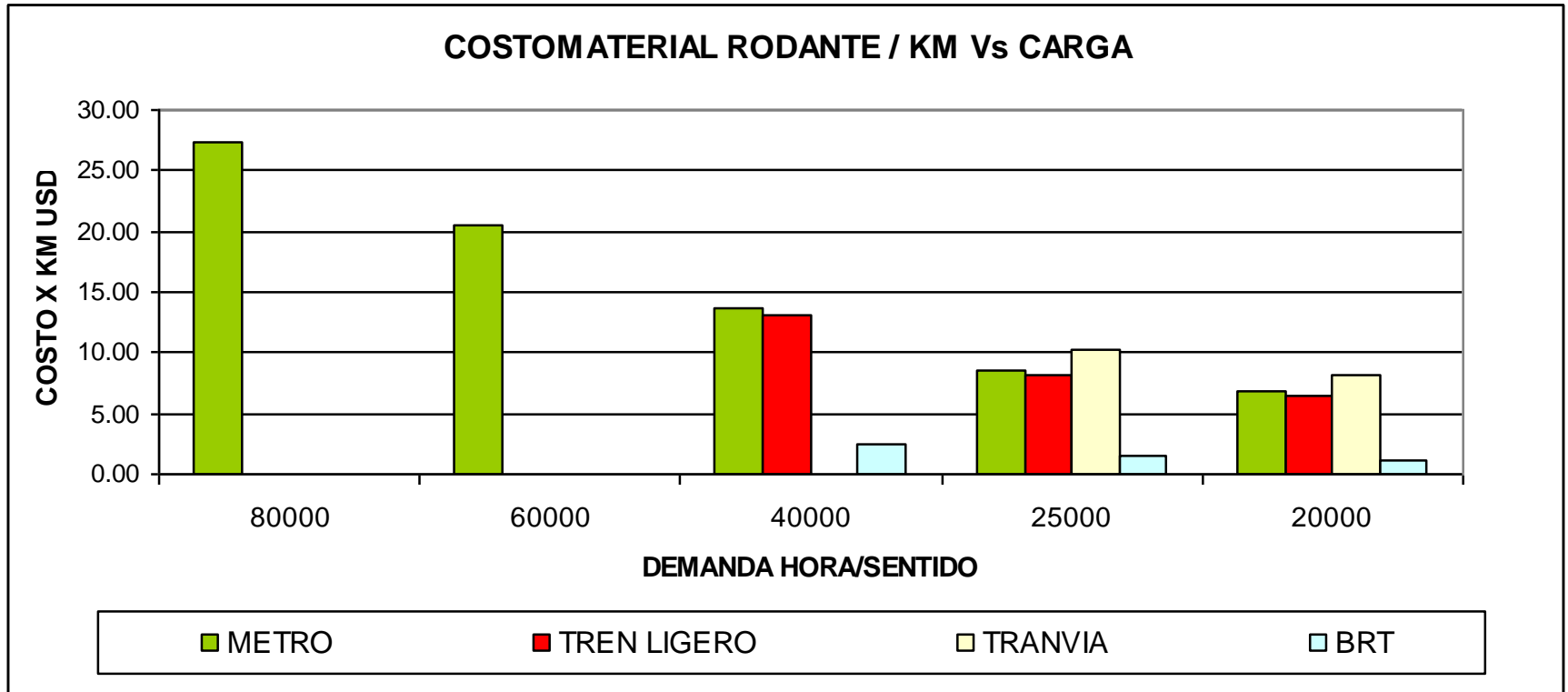
Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Costos Material Rodante



Fuente: "CORREDORES URBANOS DE TRANSPORTE PARA ALTA DEMANDA" – Consultor Peter Alouche – Seminario Porto Alegre nos Trilhos – 2007. Adaptado por TRANSMILENIO S.A.

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Costos Material Rodante

	TRANSMILENIO	METRO
Capacidad (Pasajeros)	160	900
Relación Buses Articulados/ Tren (3 Vagones)	5.6	1
Promedio de recorrido día hábil (Km)	265	300
Vida Útil (años)	10	40
Costo MUSD 2007	0.25	9
Relación Buses Articulados/ Tren (3 Vagones) Vida útil 40 años	23	1
Costo USD x Vida útil	5.6	9.0

Información proyecto Metro para la ciudad de Bogotá

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Análisis Integral de costos

## Parámetros de Comparación

- Período 40 años
- Costos comparativos (Metro Medellín, BRT TransMilenio)
- BRT renueva flota cada 10 años
- Tren ligero y Metro vida útil mayor a 40 años
- Capacidad 35.000 pasajeros/hora/sentido
- Corredor 20 Km
- Factor de ocupación 0,9
- Tasa de descuento del 12%

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Análisis Integral de costos

	No Hacer Nada	Carriles de Buses	Tren Ligero	Metro	BRT
<b>Capacidad/vehículo</b>	30	60	180	300	160
<b>Velocidad(Km/h)</b>	11	18	20	35	26
<b>Unidades (Buses o Carros de Tren)</b>	4714	1440	432	148	374
<b>Costo Infraestructura (US\$MM/km) USD</b>	\$0.00	\$1.00	\$15.00	\$60.00	\$7.20
<b>Costo Mantenimiento (US\$MM/km por año)USD</b>	\$0.24	\$0.10	\$0.15	\$0.10	\$0.13
<b>Equipo (US\$/Unidad)</b>	\$0	\$80,000	\$1,000,000	\$3,000,000	\$200,000
<b>Operación, incluye mantenimiento de operación (US\$/Km recorrido)USD</b>	\$0.68	\$0.56	\$0.60	\$0.60	\$0.79
<b>Kilometraje Recorrido/año</b>	179,842,963	89,921,481	29,973,827	17,984,296	33,720,556

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

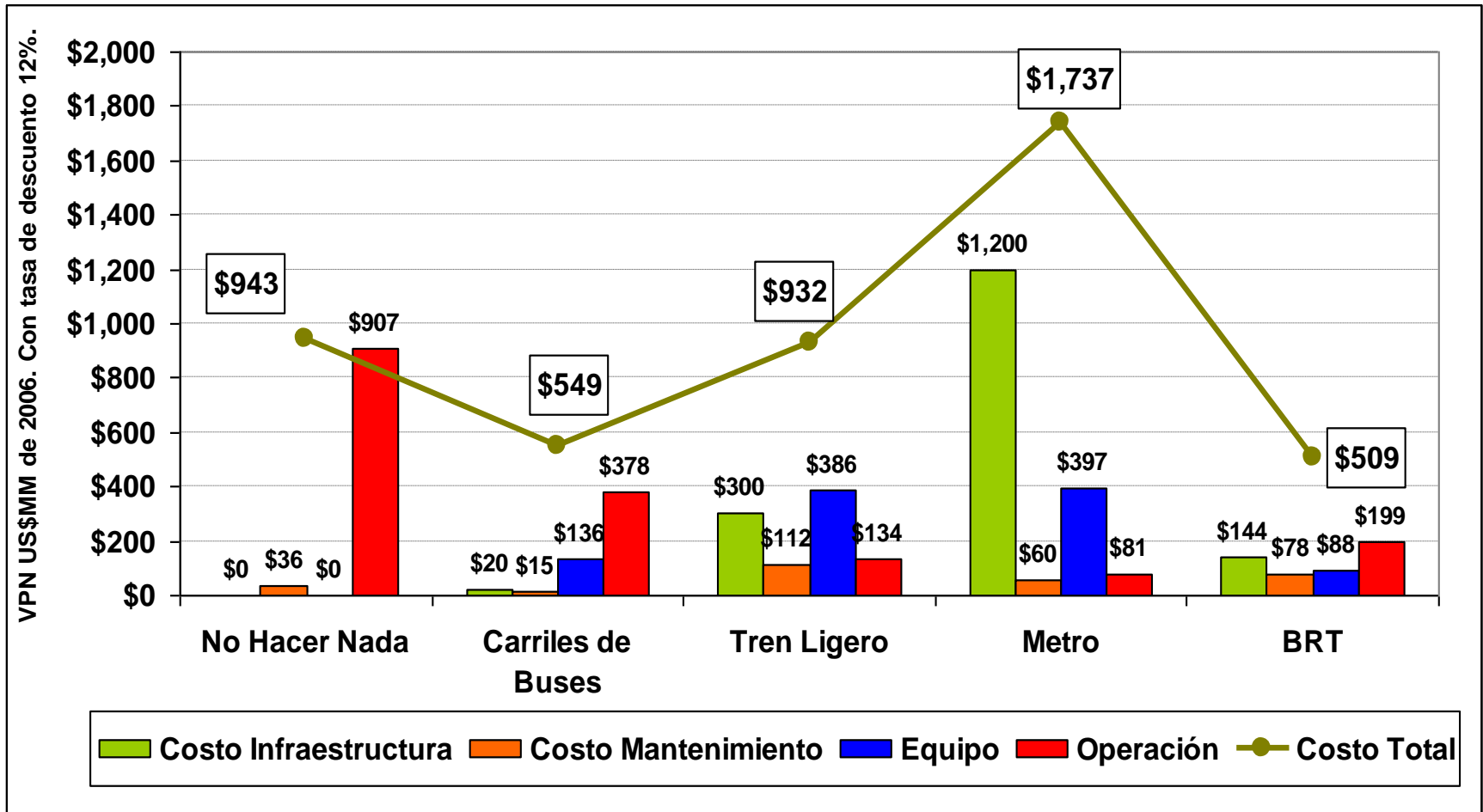
Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Análisis Integral de costos



FUENTE: Elaboración propia – Adaptado del documento “Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo – Una Aproximación Conceptual”, Darío Hidalgo, Ph.D. Consultor en Transporte. Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes. No.21”

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano

Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Infraestructura



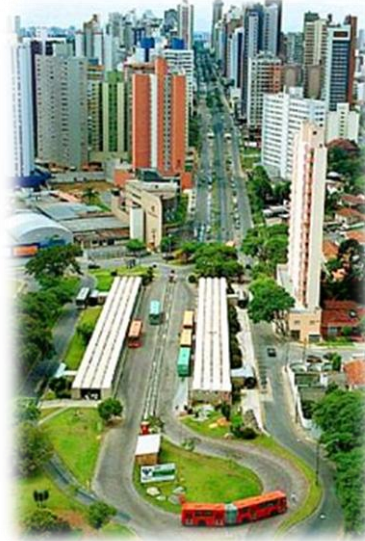
Wellington, Nueva Zelandia



Rouen, Francia



Nagoya, Japon



Curitiba, Brasil



Leon – Guanajuato, Mexico



Megabus – Pereira, Colombia

Fuente: Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision making. Federal Transit Administration and United States Transport Department y la de Curitiba en [www.inf.ufpr.br](http://www.inf.ufpr.br)

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
[angelcastro65@yahoo.com](mailto:angelcastro65@yahoo.com)

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano  
**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**  
Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Tipología de vehiculos



Fuente: Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision making. Federal Transit Administration and United States Transport Department

**Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo**

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Buses Guiados

## Guía mecánica



## Guía óptica



## Guía electromagnética

Fuente: Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision making. Federal Transit Administration and United States Transport Department

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Tecnología de motores

## Fuel cells



Gas



Trolley



hibrido



## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano  
Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)  
Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Cuatro ejemplos en América Latina



Quito, Metrobús (1995, 2001, 2005)



Bogotá, TransMilenio (2000, 2003)



León, Optibús (2003)



México, Metrobús (2005)

Tomado de Presentación de Darío Hidalgo – Implementación de Sistemas de Transporte Masivo en buses en América Latina: Lecciones aprendidas

**Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo**

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

*Red de Transporte Sustentable NESTLAC*

Taller Latinoamericano

**Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Quito, Metrobús-Q (Trolebús 1995, Ecovía 2001, Central Norte 2005)

- Poblacion 1,6 millones de habitantes
- Tres corredores de buses
- 37 Km de carriles de buses en carril central
- 68 estaciones, 9 terminales
- Servicios de alimentación integrados (cada corredor)
- 189 buses articulados (113 trolebuses); 185 buses de alimentación
- Recaudo basado en monedas
- 440,000 pax/día
- USD 0.25 por viaje (descuento para grupos especiales)
- Operador/propietario público (Trole, Ecovía); Operador Privado (Central Norte)
- Sin integración tarifaria entre corredores



Trolebús ----- Ecovía ----- Central Norte -----

Costo de Infraestructura (USD Millones)	Trolebus	20
	Ecovia	12
	North	26
Costo de Equipos (USD Millones)	Trolebus	80
	Ecovia	7
	North	17
Costos Totales de Capital (USD Millones)	Trolebus	100
	Ecovia	19
	North	43

Tomado de Presentación de Darío Hidalgo – Implementación de Sistemas de Transporte Masivo en buses en América Latina: Lecciones aprendidas

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

### Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano

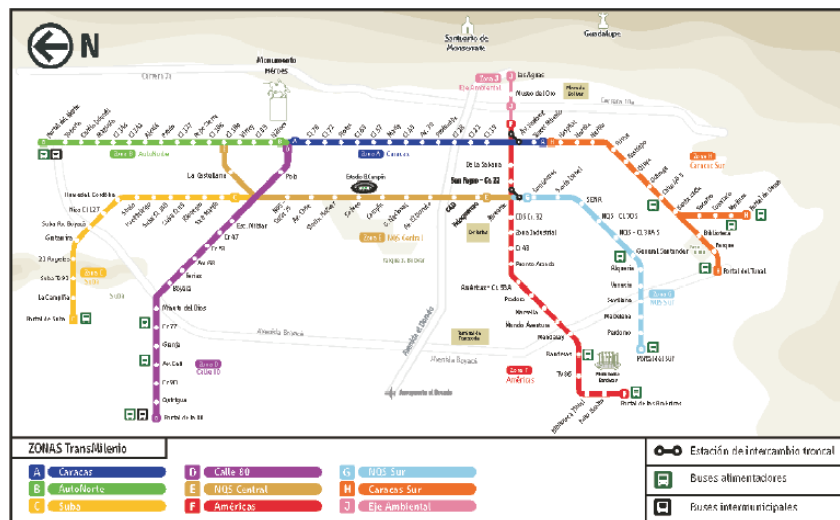
### Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Bogotá, TransMilenio (Fase I 2000, Fase II 2003)

- Población 7 millones de habitantes
- Sistema de muy alta capacidad
- 84 Km de troncales en carril central;
- 104 estaciones; 10 puntos de integración,
- Servicios de alimentación integrados
- Control centralizado de alta tecnología
- 1070 buses articulados; 450 buses de alimentación
- Sistema electrónico de recaudo
- 1,440,000 pax/día
- USD 0.79 por viaje (tarifa plana, incluye integración) (revaluación)
- Cinco grupos privados formados parcialmente a partir de operadores tradicionales – 7 contratos troncales, 6 de zonas de alimentación



Costo Infraestructura (USD Millones)	Fase 1	240
	Fase 2	273**
Costo Equipos (USD Millones)	Fase 1	100
	Fase 2	72
Costos Totales (USD Millon)	Fase 1	340
	Fase 2	345

\*\* Para transporte público solamente

Tomado de Presentación de Darío Hidalgo – Implementación de Sistemas de Transporte Masivo en buses en América Latina: Lecciones aprendidas

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

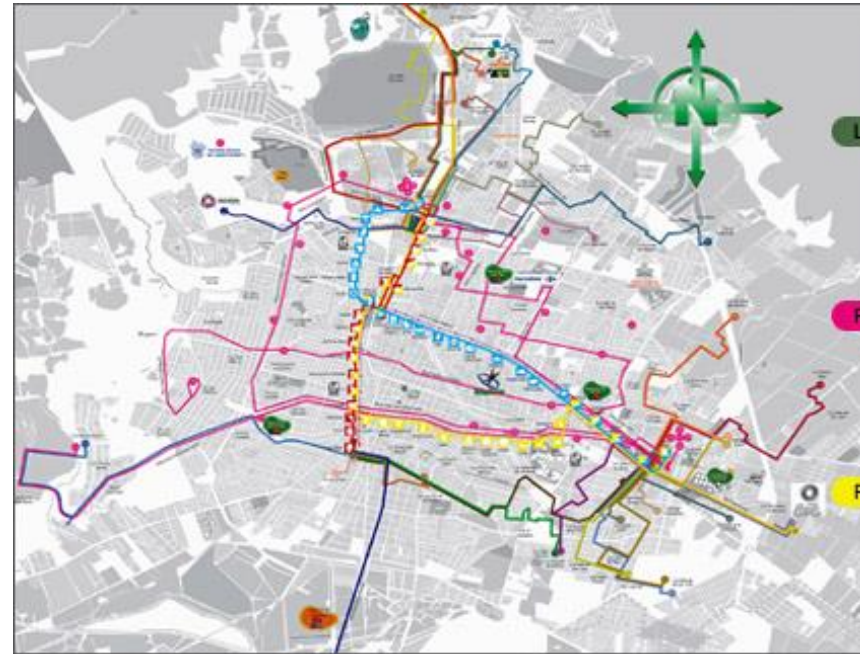
## Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano  
**Planificación e Implementación de  
Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**  
Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# León, Optibús (2003)

- Población 1,13 millones de habitantes
- Tres corredores de alta capacidad
- 25 Km de troncales en carril central (60% segregados)
- Tres terminales , 51 estaciones
- Servicios de alimentación integrados
- Centro de control centralizado
- 52 buses articulados; 500 buses auxiliares y de alimentación
- Recaudo electrónico integrado
- 220,000 pax/día
- USD 0.50 por viaje
- 13 concesionarios históricos formaron 4 nuevos operadores para troncales y continuaron operación en servicios de alimentación



Costo de infraestructura (USD Millón)	22
Costos equipos (USD Millón)	23
Costos totales (USD Millón)	45

Tomado de Presentación de Darío Hidalgo – Implementación de Sistemas de Transporte Masivo en buses en América Latina: Lecciones aprendidas

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

### Red de Transporte Sustentable NESTLAC

Taller Latinoamericano

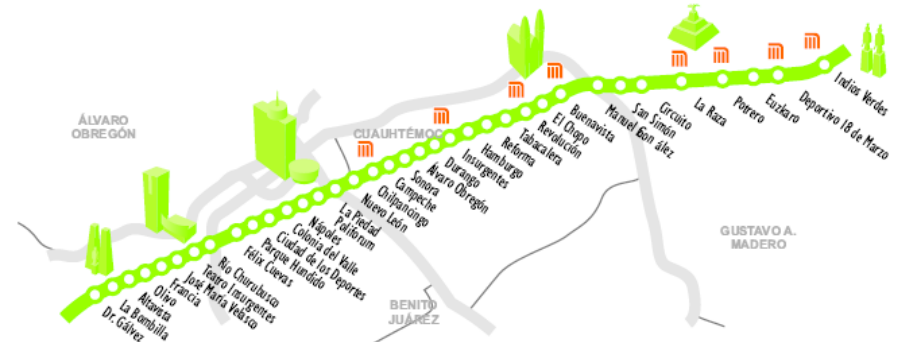
### Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



# Ciudad de México, Metrobús Insurgentes (2005)

- Población 7 millones de habitantes  
39% área metropolitana
- Un corredor de alta capacidad
- 20 Km de troncal en carril central
- 34 estaciones
- 2 terminales
- Control centralizado usando IT
- 84 buses articulados
- Sistema electrónico de recaudo
- 260,000 pax/día
- USD 0.35 por viaje
- Dos operadores, uno público y otro privado
- Integración física con el Metro



Costos de infraestructura (USD Millon)	30
Costos de equipos (USD Millon)	24
Costos Totales (USD Million)	54

Tomado de Presentación de Darío Hidalgo – Implementación de Sistemas de Transporte Masivo en buses en América Latina: Lecciones aprendidas

## Ejemplos de BRT's en Latinoamérica y el mundo

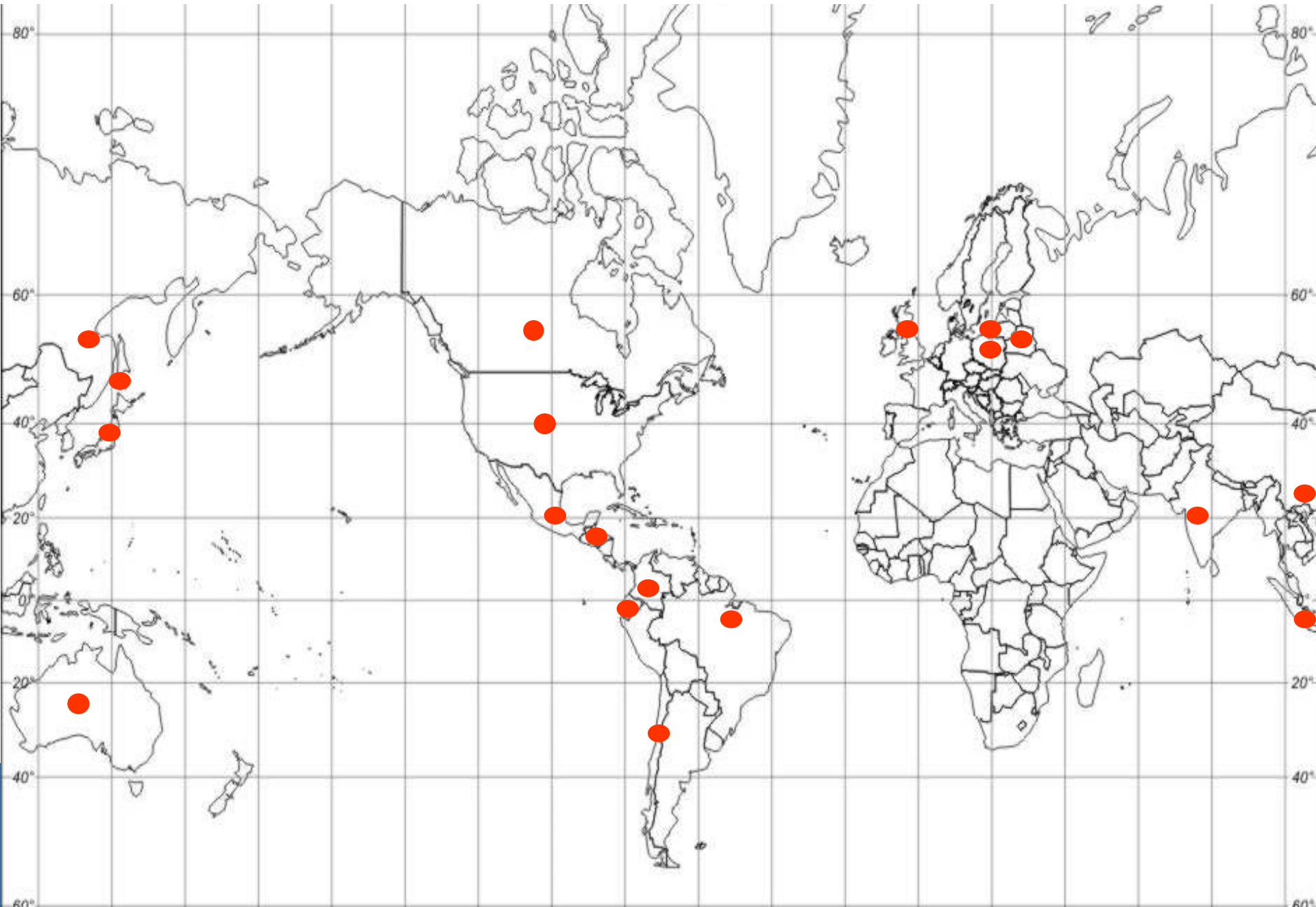
Angélica Castro  
angelcastro65@yahoo.com

### Red de Transporte Sustentable NESTLAC

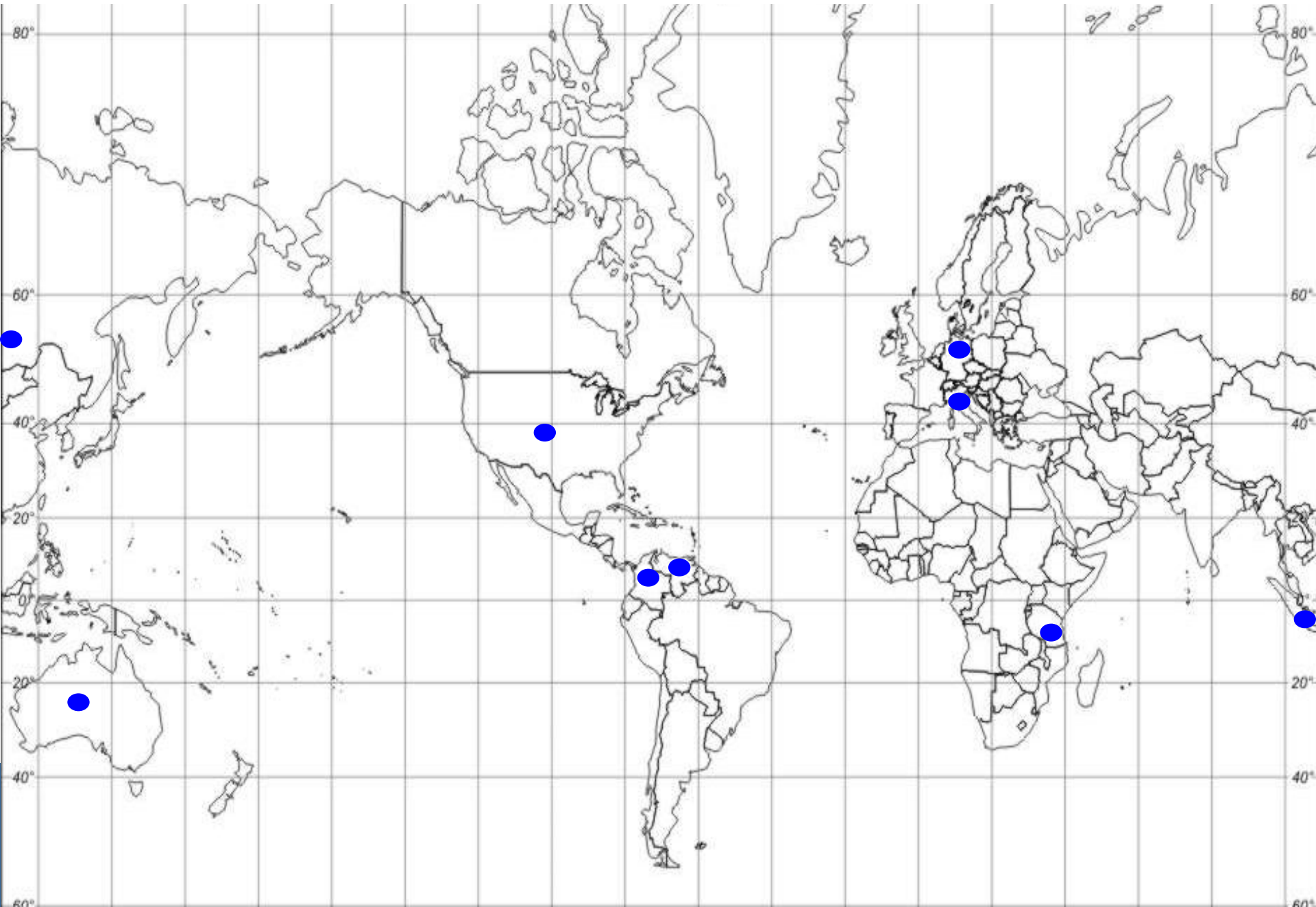
Taller Latinoamericano  
**Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)**  
Ciudad de Guatemala, 8-9 Mayo 2008



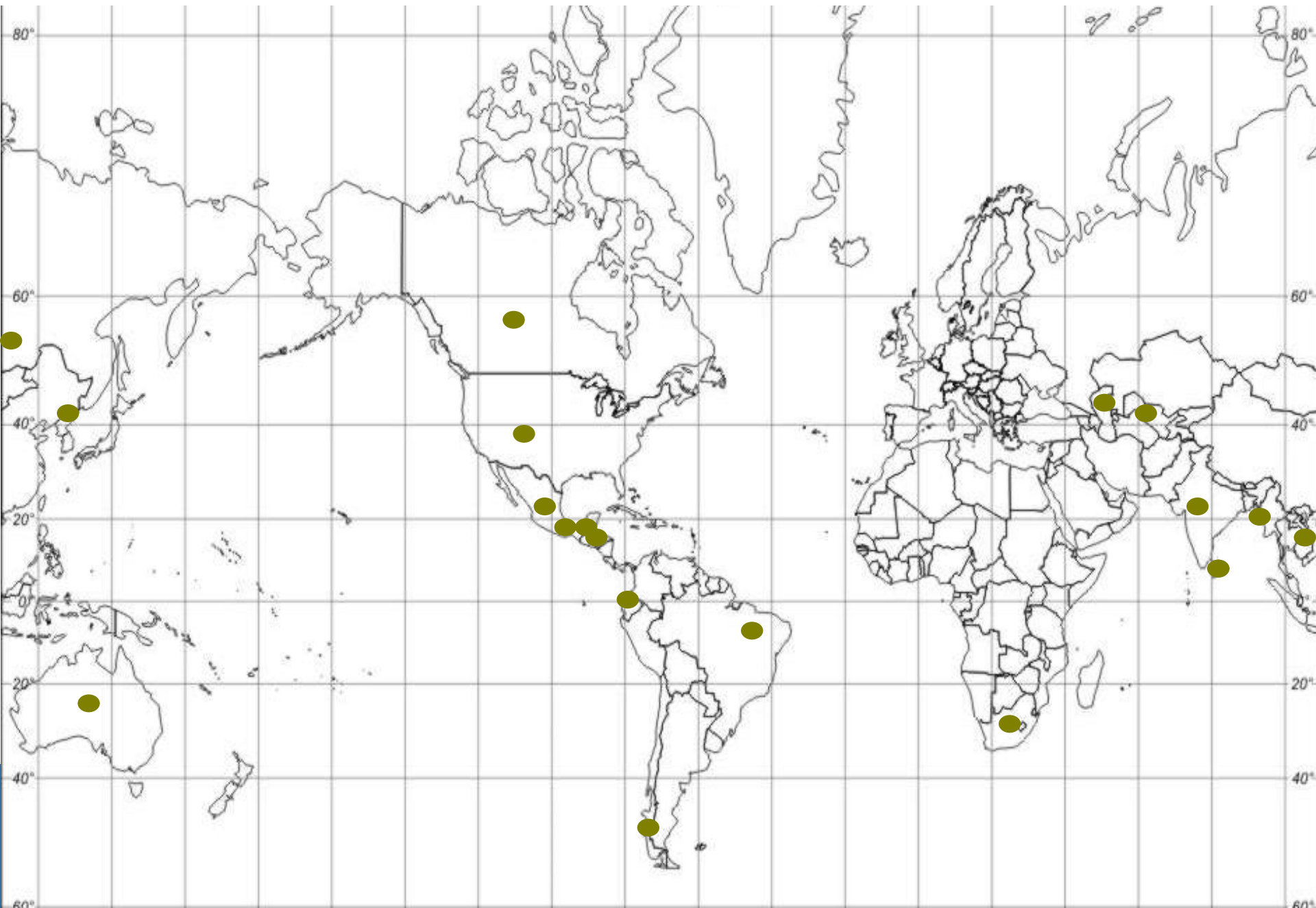
# 48 Sistemas en Operación



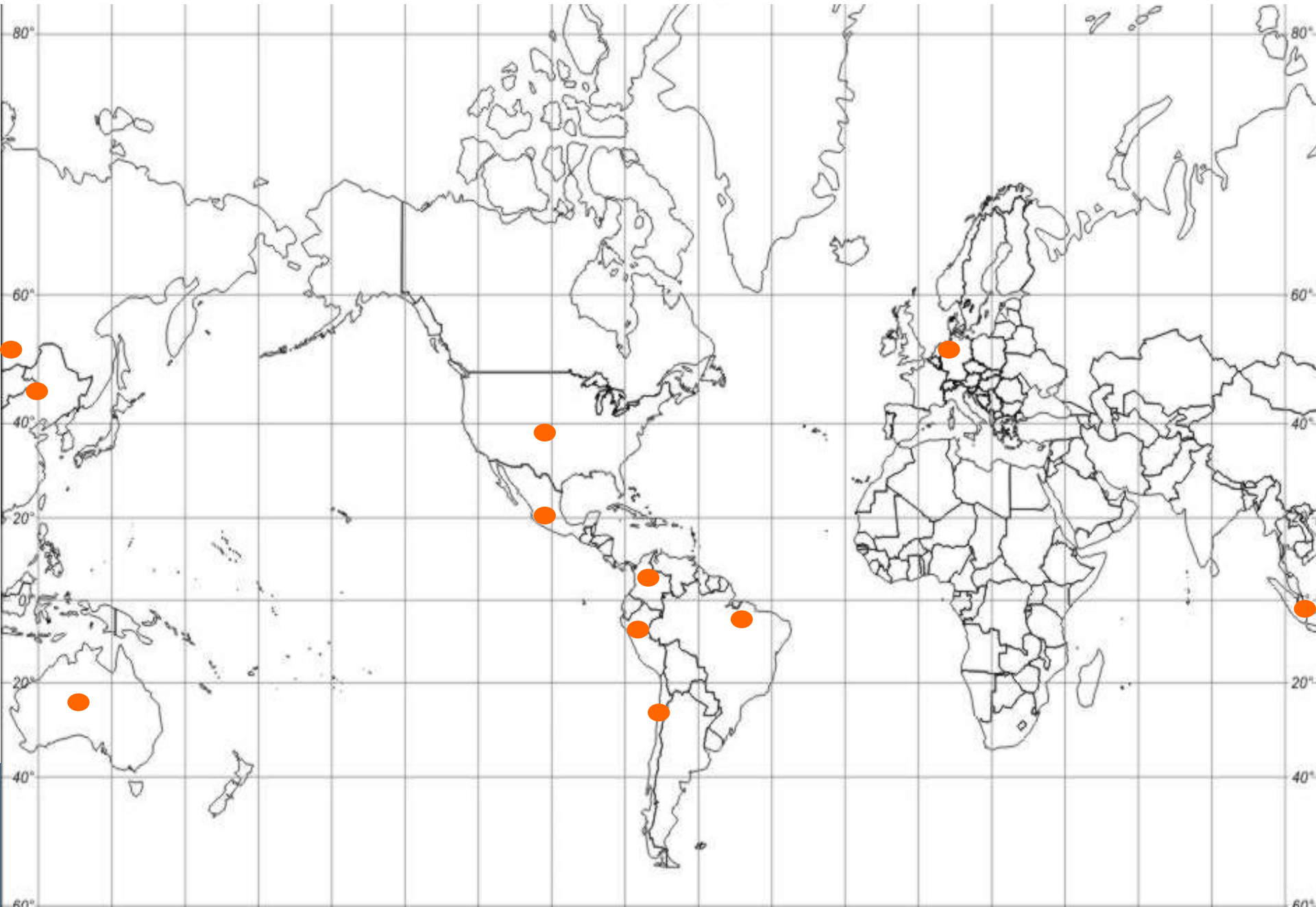
# 15 Sistemas en construcción



# 100 Sistemas en planeación



# 14 Sistemas en expansión



# Todos los proyectos

