

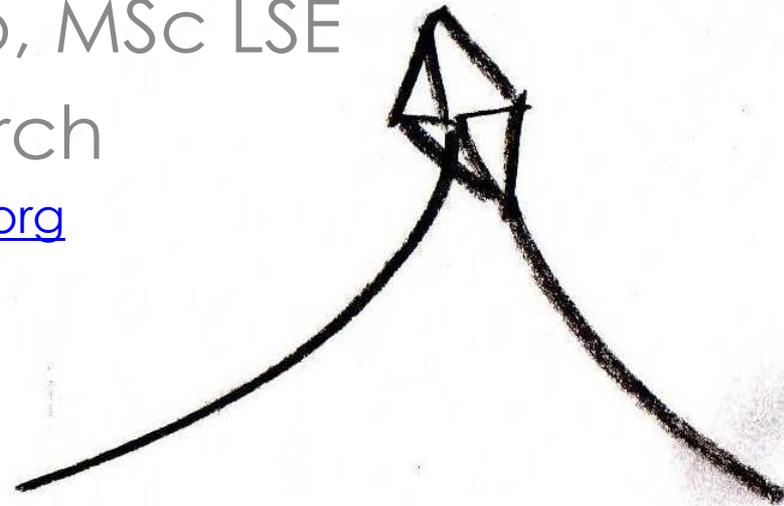
# Oportunidades y riesgos del transporte eléctrico en Bogotá y Colombia

---

Carlosfelipe Pardo, MSc LSE

Slow Research

[www.despacio.org](http://www.despacio.org)



# Contenido

---

- Transporte sostenible y opciones eléctricas
- Características de modos eléctricos
- Experiencias internacionales
- Tendencia en Bogotá
- Obstáculos y riesgos
- Propuestas



# Transporte sostenible y opciones eléctricas

---

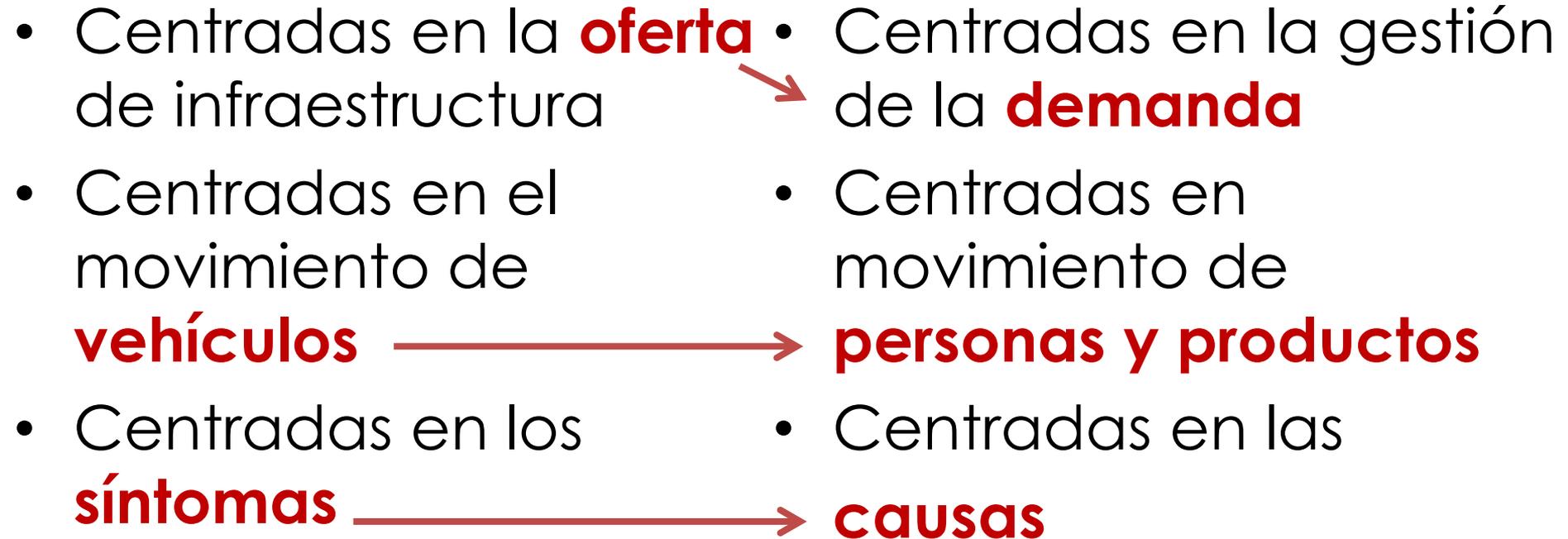
- Antes de hablar de **modos y emisiones**, hablar de **sistemas**
- Antes de hablar de **sistemas**, hablar de **instituciones**
- Antes de hablar de **instituciones**, hablar de **políticas**
- **Política de transporte sostenible**



# La situación en transporte urbano: soluciones

---

## Típicas (no siempre sost) Sostenibles

- Centradas en la **oferta** de infraestructura
  - Centradas en el movimiento de **vehículos**
  - Centradas en los **síntomas**
  - Centradas en la gestión de la **demanda**
  - Centradas en movimiento de **personas y productos**
  - Centradas en las **causas**
- 



# El enfoque “empuje y hale”

Medidas con efectos de empuje: la gestión de parqueo en áreas específicas, restricciones de parqueo o cerramientos según horas del día, manejo de la congestión, reducciones de velocidad, peajes urbanos

Medidas con efectos de hale: prioridad para los sistemas de transporte públicos, alta frecuencia de servicio, paraderos y entorno orientados al bienestar de los pasajeros, más comodidad, parquee-y-viaje, bicicleta-y-viaje, ciclorrutas, conexiones atractivas de peatones

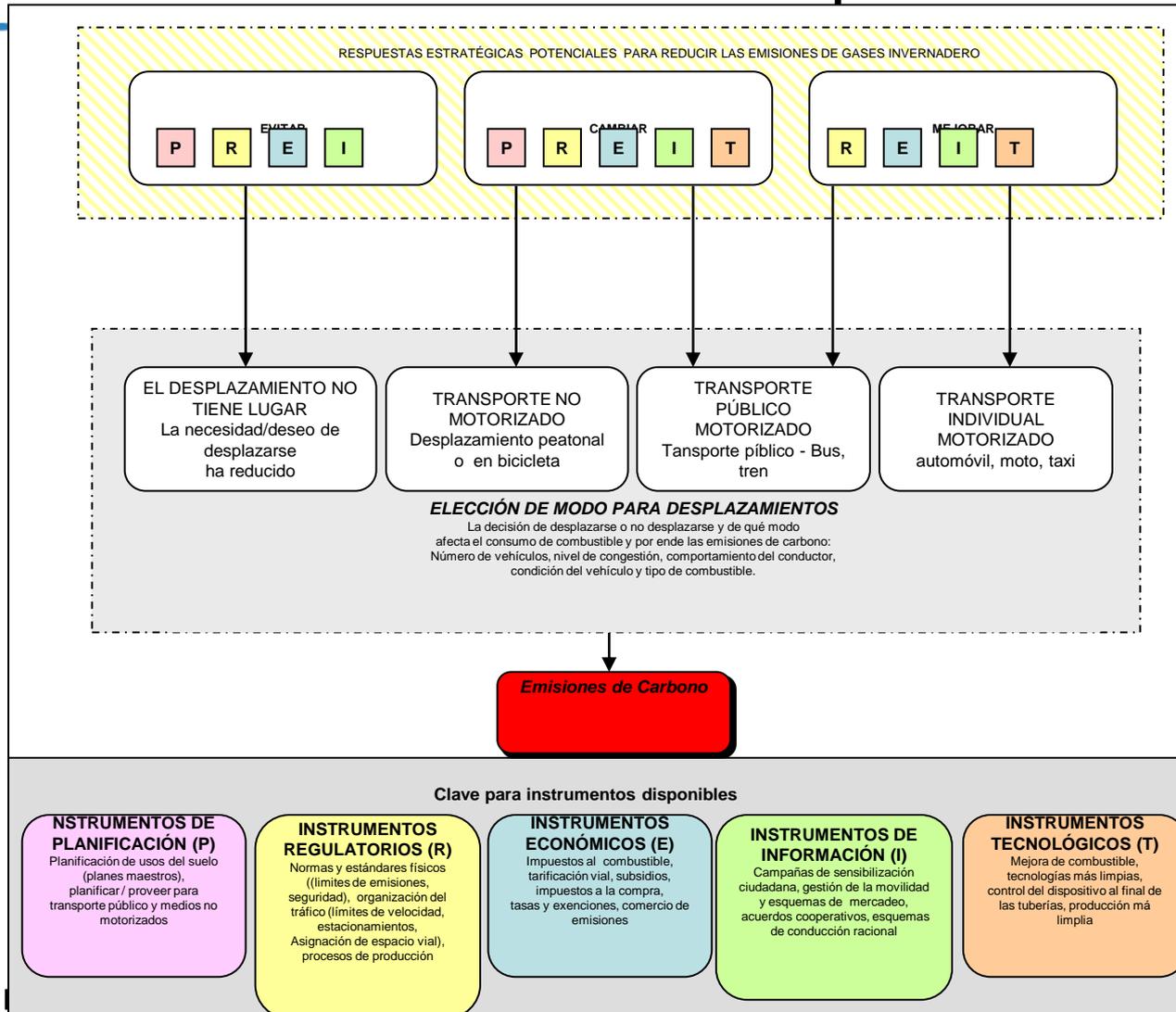


Medidas con efectos de empuje y hale: redistribución de vías para construcción de ciclorrutas, andenes más amplios, vías exclusivas para buses, redistribución de fases de semáforos a favor de transporte público y medios no motorizados, conceptos de promoción, participación de ciudadanos, regulación y penalización.

Fuente: Müller, P., Schleicher-Jester, F., Schmidt, M.-P. & Topp, H.H. (1992): Konzepte flächenhafter Verkehrsberuhigung in 16 Städten. Grüne Reihe des Fachgebiets Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern No. 24.



# De las políticas a las emisiones – un modelo de mejoría



# Precio petróleo 1978- 2011

(USD por barril de crudo)



# Tecnologías de propulsión

---

- Desarrollos actuales y futuros
  - Gasolina
  - Diesel Euro V
  - Gas Natural
  - Eléctrico
  - Híbridos
  - Hidrógeno (?)
  - (el cuerpo)



Foto Carlosfelipe Pardo



# Características de modos eléctricos

---

- Cero emisiones... al moverse
  - En Bogotá: **casi** cero emisiones
  - (upstream por definirse en detalle)
- Ruido mínimo
- Energía eléctrica es, por naturaleza, para el movimiento (no tanto para luz, p. ej.)
- Wyman (2010) sobre automóviles: en los próximos 15 años, estos vehículos no lograrán llegar a una proporción del mercado de 3% en el sector mundial de automóviles



# Experiencias: Suiza

---

- Mendrisio, 1995-2001 proyecto con vehículos ligeros (LEV)
- EUR 21 millones, aunque no logró meta (8% LEVs en Medrisio)
- Fabricantes motivados (Mes-Dea, Brusa , Protoscar)
- "Swiss Association for Electric and Efficient Vehicles", con campañas de promoción desde 1980
- Alpiq – visión 2020: 700mil vehículos (híbridos y eléctricos) en 2020 (15% de los vehículos de pasajeros)
- Pregunta: Se acelera el cambio de más énfasis en propiedad a más énfasis en uso? – no todavía (Mobility, Beckmann)
- Agencia Postal Suiza – motocicletas (scooters) eléctricas, algunos vehículos pequeños 100% eléctricos en pruebas



# Experiencias: Alemania

- Gobierno apoya aplicación y proyectos de investigación: EUR 100 millones hasta 2011
- 1 millón de vehículos eléctricos para el 2020
- Además apoyo a proyectos en países en desarrollo (iniciativa ICI) para “des-carbonizarse
- Proyecto en Berlin: Mini E (Vattenfall Europe y BMW).
  - 50 estaciones de recarga abiertas a todos (usuarios y “vendedores”) + “wall box” en casas con Wind-to-Vehicle
  - Managed charging (carga administrada): optimización de la carga durante horas de alta oferta, baja demanda (de energía eólica)
  - Motor de 150 kW/204 hp – velocidad máx 152 km/h.
  - Baterías de litio
  - Carga de batería: 250 kms, recarga 4 horas (32A) – 8 horas (16A).
- Solo 14% de los viajes no se pudieron hacer por limitaciones del vehículo



Fotos Vattenfall®



# Experiencias: Suecia

---

- Plan de no tener más automóviles basados en combustibles fósiles en 2030 (33% impuesto a los que contaminan + incremento de precio combustible, 5 años exención a los que no)
- Mayor venta de “carros verdes” (incluye diesel, ethanol)
- Resultados:
  - Reducción de 164 a 151 gramos de CO<sub>2</sub>-eq por km.
  - Pero: Emisiones del sector subieron 100,000 toneladas en 2010 (más conducción!)
- Conclusión de agencia Sueca de Transporte: “El automóvil debe ser menos importante ante el transporte público, bicicletas...”



# Experiencias: China

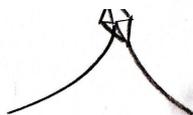
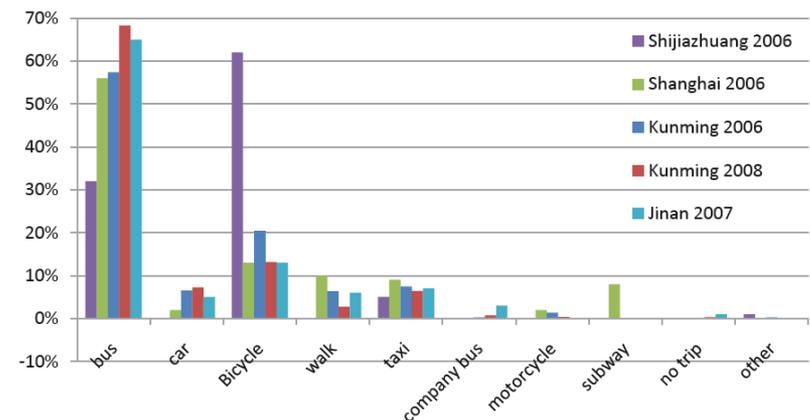
## China (ebikes)

- Motorización
- 100 millones de ebikes hoy en día
- (reemplazo de la motocicleta)
- Cambio modal de qué vehículos?
- Fuente energía: carbón (!)
- Ebikes más limpias que otros modos (excepto bicicleta)
- Problemas de seguridad (accidentes, 2x que bicicletas, 1/2 que motos, 1/4 que carros) han hecho que se prohíban en algunas ciudades



Foto Carlosfelipe Pardo

E-bike Alternative Mode



# Experiencias: Bélgica

- Carsharing desde Marzo 2011 En Bruselas (Zencar)
- 29 vehículos
- 15 estaciones de recarga
- Costo de membresía:
  - EUR 40 + EUR 6 / mes
  - EUR 7 por hora conducida
- Financiación esperada para expandirse: del gobierno



Fotos Zencar ®

# Tendencia de la inclusión de modos de transporte eléctricos en Bogotá

---

- Gran **promoción** de sistemas eléctricos (metros, tranvías, buses eléctricos)
- **Empresas de servicio público de energía** promoviendo la inclusión de tecnologías eléctricas
- Fabricantes de **buses** con interés en importar buses eléctricos
- Fabricantes/importadores con interés en importar **automóviles** eléctricos
- Varias empresas pequeñas ya importando **bicicletas** eléctricas
- Apoyo de **Ministerio de Medio Ambiente**



# Energía eléctrica en Bogotá

---

- Automóviles
- Motocicletas (?)
- Buses
- Bicicletas



# Oportunidades

---

- Gran oportunidad para sector de automóviles (reposicionarse)
- Baterías como forma de almacenamiento de energía (planta energética virtual??)
- Oportunidad para cambio modal?
- Oportunidad para menor propiedad pero uso?



# Obstáculos y riesgos

---

- Obstáculos
  - Legislación poco clara, especialmente para bicicletas
  - No hay financiación de opciones eléctricas (o desfinanciación de otras opciones – TLCs Mexico, Corea)
- Red de puntos de recarga por desarrollar (y costos capitales) y relativamente costosa
- Necesidades energéticas mayores (especialmente por fluctuación de proporción de energía)
- Costos altos (batería principalmente)



# Obstáculos y riesgos

---

- Riesgos (de una implementación acrítica)
  - Demanda inducida (de viajes de automóvil)
  - Demanda mayor (de energía – cómo suplirla)
  - Accidentalidad (bicicletas)
  - Baterías – qué tipo, que ciclo de vida, qué reciclaje...



# Tecnologías y soluciones

---

- ¿El transporte eléctrico es LA solución?
- Qué es mejor?
  - Bus de bajas emisiones – mal regulado
  - Bus de altas emisiones – bien regulado  
(yo sé, bus de bajas emisiones – bien regulado)
- Efectos indeseados
  - Bicicletas: China
  - Automóviles: Suecia
  - Exenciones y subsidios: todo el mundo



# Propuestas

---

- Sobre políticas
  - Tecnología en su lugar
  - La paradoja (ver Suecia) – no confiar tanto en una tecnología como base para reducir emisiones
  - Definir regulación adecuada
    - Qué posición tiene la energía eléctrica
    - Qué posición tienen las demás tecnologías
    - ¿Cómo se deben priorizar los modos de transporte?



# Propuestas

---

- Sobre promoción del transporte eléctrico
- Una vez resueltas las políticas, decidir si el transporte eléctrico es una solución válida ante otras
  - Transporte público: comparar vs Euro V, híbrido
  - Bicicletas: comparar vs bicicleta normal
- Sobre operación
  - Desarrollar incentivos (fiscales, regulatorios)
  - Desarrollar esquemas de recarga equilibrada
  - Construir infraestructura y puntos de recarga adecuados
  - Promover transporte público y bicicletas por encima de carros
  - Promover esquemas car-sharing por encima de carros privados
  - Monitorear uso de cada modo y efectos (CO2, etc)



**Gracias.  
Thank you.  
谢谢。**



**Carlosfelipe Pardo  
www.despacio.org  
pardo@despacio.org**

## Oportunidades y riesgos del transporte eléctrico en Bogotá y Colombia

**Autor:** Carlosfelipe Pardo, MSc LSE – [pardo@despacio.org](mailto:pardo@despacio.org)

**Institución:** Slow Research

**Resumen:** Con base en las experiencias de varios países del mundo, se analiza la tendencia de la inclusión de modos de transporte eléctricos en Bogotá y el resto del país, y se describen las características de estos modos en términos de emisiones y patrones de utilización que podrían darse en la capital colombiana, y cómo se podría replicar en el resto del país. Con base en las experiencias externas, se analizan los riesgos que podría tener una asimilación acrítica de este tipo de propulsión. Se analiza el caso del transporte público eléctrico (primordialmente buses eléctricos), automóviles eléctricos y bicicletas eléctricas. Se llega entonces a una serie de propuestas para generar legislación y regulación para la ciudad y el país que pueda lograr soluciones gana-gana al mediano y largo plazo.

*Palabras clave:* transporte eléctrico, ebikes, buses eléctricos, automóviles eléctricos, canasta energética

### Contenido

1	Introducción .....	2
2	Transporte sostenible y opciones eléctricas .....	2
2.1	Políticas de transporte .....	2
2.2	Tecnologías de propulsión .....	3
2.3	Características de modos eléctricos .....	4
3	Experiencias internacionales .....	4
3.1	Suiza.....	4
3.2	Alemania.....	5
3.3	Suecia.....	5
3.4	China.....	6
3.5	Bélgica .....	7
4	Tendencia en Bogotá y Colombia .....	7
4.1	Características .....	7
4.2	Oportunidades .....	8
4.3	Obstáculos.....	8
4.4	Riesgos.....	8
4.5	Tecnologías y soluciones .....	9
5	Propuestas.....	9
5.1	Sobre políticas.....	9
5.2	Sobre promoción del transporte eléctrico .....	9
5.3	Sobre operación .....	9
6	Referencias .....	10

## 1 Introducción

Este documento describe algunas experiencias internacionales que podrían ser relevantes a la hora de analizar el caso bogotano (y colombiano) en términos de la implementación de un sistema de transporte eléctrico, sus características, retos y oportunidades, además de sus riesgos. Se plantean los próximos pasos que podrían seguirse para tener una política exitosa de transporte, y se analiza también cómo esta discusión se podría enmarcar dentro de una discusión más amplia de las políticas de transporte a largo plazo de una ciudad (y, en últimas, de un país).

Para lograr estos objetivos, se comienza por describir las características de una política de transporte exitosa en términos de sostenibilidad, y la prioridad de unos temas por encima de otros en dichas políticas. Se continúa por dar una descripción breve de las características de los modos eléctricos. La sección principal continúa con la descripción de casos sobre proyectos de movilidad eléctrica en cinco países, y se continúa con una descripción sucinta de la tendencia actual en Bogotá (y, hasta cierto punto, en el país) para después analizar las oportunidades, obstáculos, riesgos y potenciales soluciones a la movilidad de una ciudad como Bogotá. De ahí se parte para hacer propuestas sobre políticas, sobre la promoción del transporte eléctrico en Colombia y sobre su operación.

## 2 Transporte sostenible y opciones eléctricas

### 2.1 Políticas de transporte

Con base en el concepto de desarrollo sostenible, se ha creado el término de transporte sostenible (Goldman & Gorham, 2006; Schlaikjer, 2009). Así, la forma más sencilla de definir este enfoque del transporte es aquél que busca suplir las necesidades de transporte del presente sin afectar las del futuro, en términos económicos, sociales y ambientales.

El enfoque del desarrollo sostenible, para algunos (GTZ, 2003), tiene un énfasis mayor en mejorar los problemas desde su raíz. Para esto, antes de hablar de los modos y las emisiones específicas de cada uno (y por consiguiente, de las tecnologías), hay que hablar de los sistemas de transporte y cómo deben funcionar. Más importante que esos sistemas son las instituciones de transporte urbano de una ciudad, y por encima de esas instituciones están las políticas de transporte. En fin, si unas políticas de transporte se definen e implementan de manera adecuada, se podrán tener buenas instituciones, lo cual podrá desarrollar sistemas eficientes de transporte urbano y esto tendrá como consecuencia unas menores emisiones y unos modos utilizados de forma más eficiente.

Si se fueran a describir las políticas de transporte en dos tipologías, se podría decir que una de ellas es la que implica “soluciones típicas” (Pardo, 2007, , 2010), las cuales se concentran en la oferta de infraestructura, el movimiento de vehículos y se preocupan más por los “síntomas” del transporte. De otra parte, estarían las políticas “sostenibles”, las cuales están centradas en la gestión de la demanda del transporte, el movimiento de personas y productos y piensan más en las causas de los problemas de transporte para poder solucionarlas. Las últimas son las favorecidas por el autor, lo cual es también coherente con la mayoría de los planteamientos de transporte sostenible en el mundo.

## 2.2 Tecnologías de propulsión

Con base en lo anterior, el tema de tecnologías de propulsión de un vehículo (p. ej. de transporte público) sería un tema relevante cuando se han definido políticas, instituciones y sistemas de transporte adecuados. Ahí comienza una discusión más específica sobre las opciones tecnológicas propuestas. A grandes rasgos, las opciones existentes son:

- Gasolina: no muy eficiente en términos de potencia ni de emisiones, pero utilizada primordialmente en el continente americano para los vehículos particulares (en mucha menor medida para el transporte público).
- Diesel (Euro 0- V): Esta tecnología ha sido favorecida principalmente por Europa para los vehículos particulares, y en nuestros países para el transporte público y de carga. Según el estándar utilizado (Euro 0-V en la terminología del viejo continente), se tendrá mejor rendimiento del motor y emisiones menores de varios contaminantes. En Colombia, por ejemplo, los sistemas de transporte masivo (SITM) cumplen con estándares Euro IV que requieren un combustible de bajo contenido de azufre (aprox 50ppm).
- Gas Natural: Es una tecnología cuyas emisiones son generalmente menores a las de gasolina y diesel (aunque también depende del mantenimiento de los vehículos), aunque la potencia del motor es inferior a la de un diesel.
- Eléctrico: La opción a discutir aquí, no genera emisiones al circular pero depende de la fuente de generación eléctrica que puede tener emisiones altas o bajas. En el caso de Bogotá la energía es primordialmente generada por hidroeléctricas, por lo cual sus emisiones son casi despreciables. No obstante, otras emisiones “upstream” pueden existir por las características de las baterías y su reciclaje, la producción de los motores y otras fuentes que generalmente no se mencionan pero que deben ser tenidas en cuenta.
- Híbridos: Existen varios tipos de híbridos, aunque esta tecnología es aún más nueva y en América Latina se siguen haciendo pruebas de vehículos para conocer su rendimiento real. La existencia de fuentes de generación de energía como el frenado regenerativo son útiles para reducir emisiones con una opción diferente a la eléctrica.
- Hidrógeno: Una tecnología que todavía no está lista para el mercado, y que necesita aún bastante trabajo en términos de posicionamiento y generación de una producción a gran escala para ser viable en países en desarrollo. En principio, podría definirse como casi la opción más limpia de todas.
- El cuerpo humano: Pocas veces se toma en cuenta el cuerpo humano como una “tecnología de propulsión”, pero es muy importante para el transporte sostenible, pues el uso de bicicletas y caminar son dos modos de transporte cuyas emisiones son nulas al circular, y que no tienen realmente mucha generación de emisiones en la producción de su “combustible” (en este caso, estaría relacionado con las emisiones generadas al producir comida) y quedarían como el gran ganador en términos de tecnologías de propulsión. No obstante, existen dificultades con esta opción para distancias mayores de 10 kilómetros (para la bicicleta) y en algunos casos donde la topografía no es adecuada.

## 2.3 Características de modos eléctricos

En otros documentos se describen los modos eléctricos en gran detalle. Aquí se describirán sus características principales para que lo eléctrico sea visto como una opción muy viable y sostenible de proveer de movimiento a un modo:

- Son “cero emisiones” al circular (ver discusión arriba).
- Tienen un ruido mínimo al circular
- La energía eléctrica es, por naturaleza, para el movimiento (no tanto para luz, p. ej.)
- No obstante, como anuncia (Wyman, 2010) sobre los automóviles eléctricos: “en los próximos 15 años, estos vehículos no lograrán llegar a una proporción del mercado de 3% en el sector mundial de automóviles”. Esto presenta un reto.

## 3 Experiencias internacionales

Aquí se describirán cinco experiencias internacionales sobre diferentes esquemas de implementación de movilidad eléctrica que pueden ser útiles para la discusión en Bogotá.

### 3.1 Suiza

Podría decirse que Suiza es el primer país donde se implementó una política específica de transporte eléctrico. El caso descrito aquí es basado en un documento de Beckmann (Beckmann, 2010).

El caso Suizo comenzó con un proyecto en Mendrisio, donde durante 1995-2001 realizó pruebas de transporte eléctrico con vehículos ligeros (LEV). Aquí hubo una inversión de EUR 21 millones, aunque no logró la meta que se habían propuesto de tener un 8% del parque automotor compuesto por LEVs en la ciudad.

No obstante, varios fabricantes se motivaron a continuar la tendencia (Mes-Dea, Brusa, Protoscar), y se creó la "Swiss Association for Electric and Efficient Vehicles" (Asociación Suiza para vehículos eléctricos y eficientes), que incluyó campañas de promoción desde 1980 donde se describían los beneficios de una movilidad con propulsión eléctrica.

También existe el caso de Alpiq – visión 2020, donde se busca que 700mil vehículos sean híbridos y eléctricos en el 2020 (esto sería aproximadamente un 15% de los vehículos de pasajeros con esta tecnología). Finalmente, también existe el caso de la Agencia Postal Suiza que utiliza motocicletas (scooters) eléctricas, y desde hace poco algunos vehículos pequeños 100% eléctricos están en pruebas de rendimiento.

Beckmann plantea una pregunta muy importante: este tipo de proyectos qué está generando: un mayor énfasis en la propiedad o en el uso de transporte (Beckmann, 2010)? Esta pregunta proviene de una frase muy común en el área de transporte, que compara el transporte a la leche, y se hace entonces la pregunta de si es necesario comprar una vaca para beber leche – aduciendo que no es necesario y que sí es posible

transportarse con vehículos ajenos como en transporte público o en carros compartidos (Allen, 2007).

### 3.2 Alemania

El gobierno alemán generalmente fomenta proyectos de investigación donde se puedan encontrar nuevas tecnologías, donde el sector automotriz tiene oportunidades también. Es así como se destinaron EUR 100 millones hasta 2011 para proyectos que estuvieran relacionados con estas tecnologías (Becker, 2010). Esto busca que se puedan tener por lo menos 1 millón de vehículos eléctricos en las calles alemanas en el 2020 (Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2009).

Un proyecto específico que puede ser útil de analizar es el del Mini E, desarrollado por Vattenfall Europe y BMW y aplicado en Berlín (Vatenfall). Este proyecto consiste en 50 vehículos llamados “Mini E” (por ser un Mini Cooper con motor eléctrico), pero también incluye 50 estaciones de recarga disponibles para todos los usuarios. Dado que el hogar es un lugar ideal para recargas lentas (durante la noche), el proyecto también incluye un “wall box” con tecnología Wind-to-Vehicle que tiene una política de carga administrada (*managed charging*), la cual busca la optimización de la carga durante horas de alta oferta y baja demanda (de energía eólica).

El motor del vehículo Mini E es de 150 kW, equivalente a 204 CV, y su velocidad máxima es de 152 km/h. Las baterías que utiliza son de litio, y la carga de la batería (comúnmente llamado la “autonomía” del vehículo) es de 250 kms y tiene posibilidad de ser recargada en 4 horas (con carga de 32A) o en 8 horas (con carga de 16A).

En términos de los resultados parciales de este proyecto, después de un tiempo considerable de pruebas con usuarios reales, se encontró que solo el 14% de los viajes no se pudieron hacer por limitaciones del vehículo, aunque una porción significativa de éstos se referían más al espacio disponible dentro del vehículo (el Mini es un carro bastante pequeño) y no a alguna dificultad directamente relacionada con la carga eléctrica o su autonomía.

Como tal, este proyecto parece ser un buen comienzo para la propulsión eléctrica, y se demuestra la importancia de la infraestructura adicional al vehículo como pieza fundamental de un sistema de este tipo. No obstante, se necesita esperar más tiempo para conocer mejor el potencial de este proyecto.

### 3.3 Suecia

Suecia es un ejemplo muy interesante para este documento, pues evidencia los efectos (tanto deseados como no deseados) de una política nacional a favor del transporte eléctrico. También reitera el análisis inicial de este artículo sobre la importancia de las políticas de transporte como primer componente para un transporte sostenible.

En Suecia se ha definido un plan de nivel nacional donde se busca que no se utilicen más automóviles con propulsión basada en combustibles fósiles para el año 2030. Esto se ha implementado, entre varias cosas, con un impuesto de 33% a los que contaminan y un incremento al precio combustible. Además, como incentivo, se les dieron 5 años de exención de impuestos a aquellos vehículos que cumplieran con los objetivos del plan (Merchant, 2009).

Como es de esperarse en una política de este tipo, se encontró una mayor venta de “carros verdes” (esto incluye también algunos diesel Euro V y ethanol/biodiesel,

además de vehículos eléctricos). Esto es un producto directo de la política fiscal descrita arriba (cobrar más a los contaminantes, reducir el cobro a los no contaminantes).

Un resultado que podría describirse como “triumfal” es el de la reducción de emisiones por km. En 2010 se midió una reducción de 164 a 151 gramos de CO<sub>2</sub>-eq por km (Streeter, 2011), lo cual entonces se podría decir que es un éxito. No obstante, como se ha visto en otros ejemplos del mundo donde se favorece un modo de transporte por encima de otros, se generó un fenómeno conocido como “demanda inducida” (Goodwin, 1996; Heanue, 1998), el cual hizo que los dueños de estos vehículos condujeran más kilómetros que los que habrían conducido en su vehículo anterior. El valor exacto de incremento fue de 100,000 toneladas más de emisiones en el 2010 con respecto al año anterior (Streeter, 2011). Esto, en efecto, no es una reducción de emisiones sino un aumento vertiginoso, no obstante la implementación y compra de tecnologías limpias.

En conclusión sobre el caso sueco, y como lo dijo la misma Agencia Sueca de Transporte al reportar estos resultados, “el automóvil debe ser menos importante ante el transporte público, bicicletas...” (Streeter, 2011). Así, se comienzan a ver dificultades con la implementación irrestricta de políticas que se enfocan únicamente en los modos y no en los sistemas, instituciones o políticas adecuadas.

### **3.4 China**

China es otro caso donde, aunque no ha sido una política de estado, la emergencia del transporte eléctrico ha sido monumental en los últimos años. Chris Cherry (Cherry, 2009) ha investigado a profundidad el tema de las bicicletas eléctricas como modo de transporte en ciudades chinas. El interés de este modo y el incremento en ventas de este vehículo tiene varias razones, a saber:

- En casi todas las ciudades chinas es prohibida la circulación de motocicletas de cualquier tipo (de motor de combustión interna, dos o cuatro tiempos, de cualquier cilindraje) en las aglomeraciones urbanas.
- El uso de la bicicleta ha sido siempre reconocido como el más predominante en las ciudades China, por una mezcla de políticas de estado y condiciones económicas de la población. Existen ciudades chinas donde, hasta hace poco, la proporción modal de bicicletas era mayor a 50% (este era el caso incluso para Beijing antes del año 2000).
- China es el mayor productor de bicicletas, tanto regulares (sin propulsión externa) como eléctricas. Hoy en día, existen 100 millones de bicicletas eléctricas en el país.
- Las condiciones económicas de China han incrementado sustancialmente en la última década, dándole mayores oportunidades de adquisición de vehículos más costosos a la población.

En este escenario, las bicicletas eléctricas están en casi todas las ciudades principales de China en igual proporción que las bicicletas normales. Es también importante anotar que China es el país en desarrollo con mayor infraestructura dedicada para bicicletas, dentro de la cual se permite la circulación de bicicletas eléctricas.

No obstante, existen algunos problemas asociados a esta proliferación de los vehículos. Los más importantes son:

- El cambio modal a bicicletas eléctricas es generalmente de una bicicleta normal (de cero emisiones) o de transporte público (según el caso, con emisiones compatibles por km/pasajero que las bicicletas eléctricas). Esto no necesariamente es algo positivo.
- La fuente energética de China es en su mayoría de carbón, lo cual implica que la energía eléctrica tiene un problema fundamental de generación y podría emitir incluso más que otros vehículos de altos estándares de emisión.
- Hay mayores problemas asociados con la accidentalidad, como por ejemplo el doble de probabilidad de accidentes que las bicicletas, lo cual ha hecho que ya sean prohibidas las bicicletas eléctricas en algunas ciudades (p. ej. Guangzhou). No obstante, las bicicletas eléctricas tienen un riesgo que es la mitad que las motocicletas y un 25% que los carros, aunque ya se vio que el cambio modal no proviene de estos vehículos sino de los más seguros.

### **3.5 Bélgica**

Un caso reciente es el de Bélgica, el cual se describirá aquí brevemente. Es el desarrollo de una iniciativa que comenzó en Marzo de 2011 llamada “Zencar” (Sustainable Mobility, 2011) en Bruselas, donde se han puesto a disposición de usuarios 29 automóviles en la modalidad “carsharing” y se han también desarrollado 15 estaciones de recarga a lo largo de la capital. Se cobra a los usuarios una membresía de EUR 40 más EUR 6 por cada mes de uso, y se cobra EUR 7 por cada hora conducida en el vehículo. En este esquema se espera que haya una financiación del gobierno para la expansión del sistema, pues al parecer los costos son mayores a los ingresos en esta primera fase.

Lo que es interesante de esta iniciativa es que se ha comenzado a generar una política de uso del automóvil por encima de la propiedad, lo cual se analizaba arriba en el caso de Suiza como algo difícil de lograr pero deseable en el largo plazo. Además, los documentos que hablan de carsharing generalmente no promueven el uso de vehículos eléctricos por las dificultades de autonomía que tienen cuando no hay una red extensa de recarga (Transit Cooperative Research Program, 2009). El caso de Bélgica podrá mostrar algunos resultados útiles.

## **4 Tendencia en Bogotá y Colombia**

### **4.1 Características**

La tendencia de transporte eléctrico en Bogotá implica las siguientes características principales:

- Una considerable promoción de sistemas eléctricos (metros, tranvías, buses eléctricos);

- El interés notable de algunas empresas de servicio público de energía que buscan incluir las tecnologías eléctricas en las políticas de transporte, algo lógico y esperable;
- Fabricantes de vehículos (buses y automóviles) dispuestos a importar vehículos eléctricos, y hacer pruebas en las condiciones de Bogotá (que es reconocida por la dificultad de implementar tecnologías vehiculares nuevas por sus condiciones geográficas)
- Varias empresas importando bicicletas eléctricas y gran cantidad de ventas de estos vehículos a particulares, aunque con características inferiores a las deseables (pilas de plomo, modalidad de acelerador – no asistida – y sin control de velocidad).
- Apoyo del Ministerio de Medio Ambiente en el desarrollo de una política a favor del transporte eléctrico;
- Incredulidad (o cautela) por parte de Ministerio de Hacienda con respecto a la reducción de aranceles para estos vehículos, apoyando una cantidad mínima de importación de vehículos sin aranceles (100 por año en total).

Esto implica que, aunque existe un apoyo fuerte por parte del sector privado y un potencial aparente por parte de los usuarios para la compra de vehículos de este tipo, todavía hacen falta incentivos gubernamentales más concretos y amplios para una implementación exitosa. Más adelante se analizarán las condiciones bajo las cuales esto se debería dar.

## **4.2 Oportunidades**

En este contexto existen varias oportunidades, que incluyen una oportunidad del sector automotriz para reposicionarse, el potencial de utilizar baterías como una planta energética virtual, la oportunidad para un cambio modal significativo (aunque no 100% predecible), y posiblemente la oportunidad para menor énfasis en la propiedad y mayor énfasis en el uso, lo cual mejoraría las condiciones de transporte en la ciudad.

## **4.3 Obstáculos**

Existen obstáculos claros para esta política, primordialmente la legislación poco clara por ser un modo nuevo y especialmente para bicicletas (que son literalmente un vacío jurídico a nivel nacional y local), y que no hay financiación de opciones eléctricas (o incluso existe una desfinanciación de otras opciones que son contaminantes, como se ha visto con los TLCs de México y posiblemente el de Corea del Sur).

También se aún se necesita una red de recarga densa (que tiene altos costos capitales y no tiene fuentes de financiación claras distintas de alguna empresa privada que se aventure a financiarlo). Por último, no es claro si los recursos energéticos actuales serían suficientes para proporcionar energía a miles de vehículos eléctricos en la ciudad, y cómo se podría mitigar esa situación, especialmente por fluctuación de proporción de energía. Por último, existen costos altos de las baterías, lo cual hace difícil de comercializar un vehículo eléctrico de manera competitiva.

## **4.4 Riesgos**

Según los casos vistos arriba, los riesgos de una implementación acrítica de la movilidad eléctrica son la eventual demanda inducida (de viajes de automóvil), una demanda mayor (de energía, y la dificultad para suplirla), la posibilidad de mayor accidentalidad (por cambio modal desde bicicletas a bicicletas eléctricas), y el proceso

de apoyo al reciclaje de baterías para evitar problemas ambientales significativos primordialmente por los desechos de plomo.

#### **4.5 Tecnologías y soluciones**

Las preguntas que vienen con base en estas experiencias son:

- ¿El transporte eléctrico es la solución / panacea al transporte? Al parecer, necesita de más componentes, primordialmente unas políticas adecuadas que estén por encima de cualquier institución o sistema o modo. Los efectos indeseados de una mala política se vieron arriba: una proliferación poco fructífera de bicicletas eléctricas en China, un incremento de emisiones en Suecia por falta de una política adecuada de los modos eléctricos, y posiblemente incluso una dificultad de financiar transporte eléctrico si se espera mucho del gobierno local o central – en la gran mayoría de los casos, el subsidio al transporte se ha demostrado como una medida regresiva y poco beneficiosa para la población en general.

### **5 Propuestas**

¿Qué hacer ante esta situación para sacar lo mejor de todas las experiencias vistas y en el contexto nacional? A continuación algunas propuestas sobre políticas, promoción y operación.

#### **5.1 Sobre políticas**

Primero que todo, la tecnología debe tener su propio lugar en una política, y no debe ser predominante sino consecuencia de los sistemas elegidos y la política general que se haya definido. También es necesario definir una regulación adecuada que defina los siguientes aspectos como mínimo:

- ¿qué posición tiene la energía eléctrica con respecto a las demás opciones de propulsión?
- ¿Qué posición tienen las demás tecnologías de propulsión y qué incentivos o desincentivos se deben promover para éstas?
- ¿Cómo se deben priorizar los modos de transporte (público, privado, no motorizado, etc)?

#### **5.2 Sobre promoción del transporte eléctrico**

Como regla general, una vez resueltas las políticas, decidir si el transporte eléctrico es una solución válida, fiable y útil ante las demás. En transporte público, se debe comparar esta opción ante los beneficios de una tecnología Euro V y un híbrido. En las bicicletas, se deben generar condiciones adecuadas y equitativas entre la bicicleta eléctrica y la normal, siendo esta última la más vulnerable que no debe quedar en desventaja ante las bicicletas eléctricas.

#### **5.3 Sobre operación**

Para la operación adecuada de un sistema de transporte eléctrico, se deben seguir estos pasos:

- Desarrollar incentivos (fiscales, regulatorios)

- Desarrollar esquemas de recarga equilibrada
- Construir infraestructura y puntos de recarga adecuados
- Promover transporte público y bicicletas por encima de carros
- Promover esquemas car-sharing por encima de carros privados
- Monitorear uso de cada modo y efectos (CO<sub>2</sub>, etc)

Estas son propuestas iniciales que pueden servir para la discusión posterior y elaboración más detallada.

## 6 Referencias

- Allen, H. (2007, March 2007). *UITP and sustainable transporte*. Paper presented at the Transporte público en Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Becker, M. (2010). Towards a future of electric vehicles: Why electric cars mean far more than climate protection. Retrieved February 20, 2011, from [http://www.sutp.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2207&Itemid=1%E2%8C%A9=en](http://www.sutp.org/index.php?option=com_content&task=view&id=2207&Itemid=1%E2%8C%A9=en)
- Beckmann, J. (2010). Electric Mobility in Europe's hilly heartland: The Swiss case. Retrieved March 30, 2011, from [http://www.forum-elektromobilitaet.ch/fileadmin/Deutsch/Electric\\_Mobility\\_Europe.pdf](http://www.forum-elektromobilitaet.ch/fileadmin/Deutsch/Electric_Mobility_Europe.pdf)
- Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit. (2009). General Information: Electric Mobility. Retrieved February 20, 2011, from [http://www.bmu.de/english/mobility/electric\\_mobility/doc/44821.php](http://www.bmu.de/english/mobility/electric_mobility/doc/44821.php)
- Cherry, C. (2009). Electric Bikes in the People's Republic of China: Impact on the Environment and Prospects for Growth. Retrieved June 5, 2010, from <http://www.adb.org/Documents/Books/Electric-Bikes/default.asp>
- Goldman, T., & Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. *Technology in Society*, 28, 261–273.
- Goodwin, P. (1996). Empirical evidence on induced traffic, a review and synthesis. *Transportation*, 23, 35-54.
- GTZ. (2003). *Introductory module: sourcebook overview, and cross-cutting issues of urban transport* (Vol. i). Eschborn: gtz.
- Heanue, K. (1998). *Transportation Research Circular, no. 481: Highway Capacity and Induced Travel: Issues, Evidence and Implications*: Transportation Research Board, National Research Council.
- Merchant, B. (2009). Sweden's Inspiring Plan to Phase Out All Fossil Fuel Burning Cars by 2030. Retrieved March 10, 2011, from <http://www.treehugger.com/files/2009/03/sweden-no-fossil-fuel-burning-cars-2030.php>
- Pardo, C. F. (2007, Octubre 2007). *Problemas de transporte en el mundo en desarrollo y estrategias para afrontarlo*. Paper presented at the I Seminario Internacional de Transporte Sostenible
- Pardo, C. F. (2010, Octubre 2010). *Problemas de transporte en el mundo en desarrollo y estrategias para afrontarlo*. Paper presented at the Transporte en Villavicencio, Villavicencio, Colombia.

- Schlaikjer, E. (2009). Sustainable Transport and Urban Planning Make a City Fast. *The City Fix*. Retrieved May 10, 2009, from <http://thecityfix.com/sustainable-transport-and-urban-planning-makes-a-city-fast/>
- Streeter, A. K. (2011). Backfire! With cleaner cars, people drive more. Retrieved March 15, 2011, from <http://www.treehugger.com/files/2011/03/cleaner-cars-make-people-drive-more.php>
- Sustainable Mobility. (2011). Zen Car: Brussels launches electric vehicle sharing scheme. Retrieved February 28, 2011, from <http://www.sustainable-mobility.org/news/news-feed/zen-car-brussels-launches-ev-sharing-system.html>
- Transit Cooperative Research Program. (2009). *Carsharing: Where and how it succeeds* (No. 108). Washington DC: Transportation Research Board.
- Vattenfall. Mini E Berlin powered by Vattenfall. Retrieved March 10, 2011, from [http://www.vattenfall.com/en/mini-e-berlin-powered-by-vatt\\_107362.htm](http://www.vattenfall.com/en/mini-e-berlin-powered-by-vatt_107362.htm)
- Wyman, O. (2010). Power Play with Electric Cars. Retrieved March 30, 2011, from [http://www.oliverwyman.com/ow/pdf\\_files/ManSum\\_E-Mobility\\_2025\\_e.pdf](http://www.oliverwyman.com/ow/pdf_files/ManSum_E-Mobility_2025_e.pdf)