

## 12º Reunión de Comités Técnicos de ALAMYS

# Cálculos de los Beneficios Económicos, Sociales y Medioambientales del Subte de Buenos Aires

**Ester Litovsky**

Metrovías S.A.

Mayo 2007

# 1| Los beneficios sociales del Metro

---



- Los Metros son esenciales para las ciudades:
  - *Porque contribuyen a la movilidad urbana;*
  - *Porque preservan la vitalidad de los centros urbanos;*
  - *Porque equilibran la dispersión propia de la difusión universal del automóvil.*
- Pero los Metros son muy costosos de construir y suelen ser criticados desde el punto de vista del uso socialmente eficiente de los recursos.
- Es por eso importante que las ciudades comprendan que el costo ha sido holgadamente compensado por los beneficios que la sociedad obtiene del Metro.

## 2| Los beneficios sociales del Metro

---



- Los beneficios del Metro no se reflejan en sus resultados financieros que, además, suelen estar distorsionados por cuestiones ajenas a la naturaleza técnica del modo de transporte, como lo son:
  - *La política de tarifas.*
  - *La política en relación a la competencia con los demás modos de transporte.*
  - *La política de empleos y salarios.*

## 3| Los beneficios sociales del Metro

---



- El Metro debe demostrarle a la comunidad que lo sostiene con sus aportes, y a los gobernantes, cuánto suma su contribución económica al funcionamiento de esa misma sociedad.
- El método más eficaz para hacerlo es cuantificar el aumento que tendrían los costos sociales, si el Metro dejara de funcionar.

# ¿Cómo medir los beneficios sociales?

---



- La metodología es la clásica de la evaluación social de proyectos, comparando dos situaciones: la ciudad “*con*” y “*sin*” el Metro.
- La ciudad sin Metro soportará perjuicios:
  - *Mayores costos de transporte,*
  - *Mayores tiempos de viaje.*
  - *Más accidentes y contaminación.*
- Los beneficios atribuibles al Metro son la valorización de esos perjuicios, evitados gracias a su funcionamiento.

# El caso de Buenos Aires



# Algunos datos sobre Buenos Aires

---

- Población: viven en la ciudad 3 millones y en el Área Metropolitana, 13 millones (total)
  - *Unos 3 millones de vehículos*
  - *800 kilómetros de líneas férreas*
  - *Cuatro autopistas, 800 mil vehículos/día*
  - *Ingresa a la Ciudad de Buenos Aires unos 2 millones de personas diariamente*
- Red subterránea: cinco líneas, total 41 km
  - *250 millones de pasajeros, en 2005*

# ¿A qué modo se transferirían los pasajeros del Subte?

---



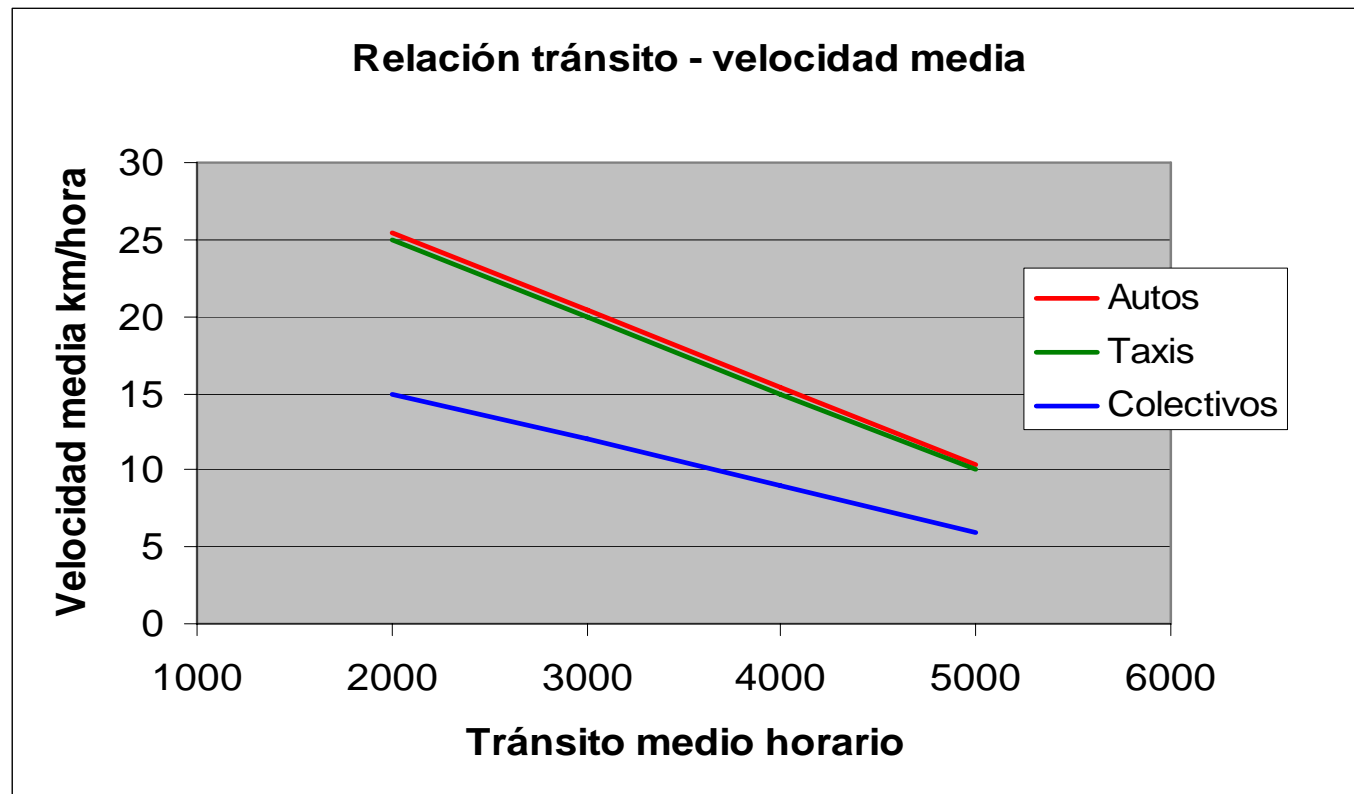
- Si el Subte dejara de funcionar, sus actuales usuarios pasarían a otros modos de transporte o formas de desplazamiento.
- Se estimaron los porcentuales que cada modo absorbería:

Colectivos (ómnibus)	85%
Ferrocarril	3%
Taxis	5%
Auto familiar	2%
A pie	5%



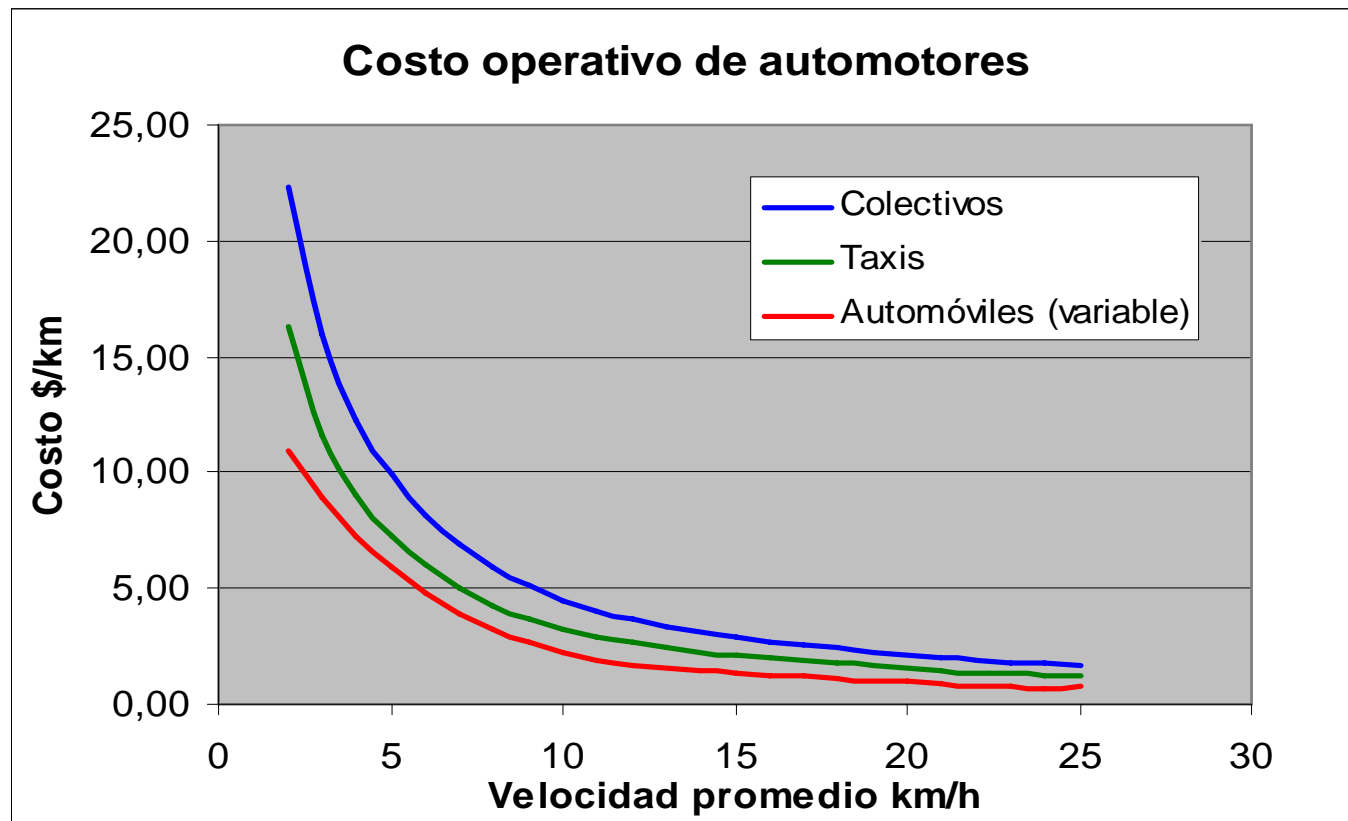
# Velocidad media de los vehículos

- Los vehículos agregados al tránsito, por la derivación de pasajeros del Subte, harían disminuir la velocidad media de todo el tránsito. (gráfico conceptual)



# Costo operativo de automotores

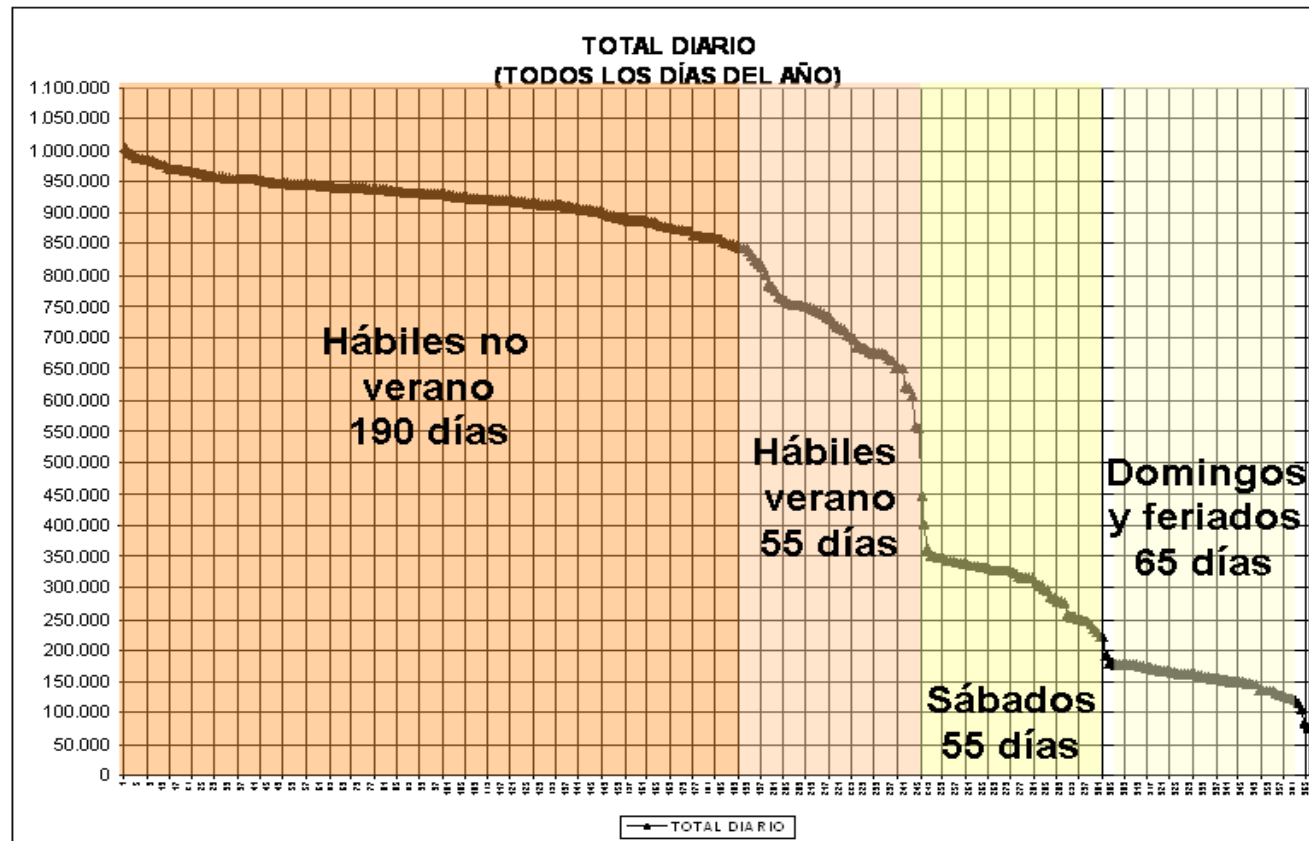
- La disminución de la velocidad media hace aumentar los costos operativos



# Perfil del tráfico anual

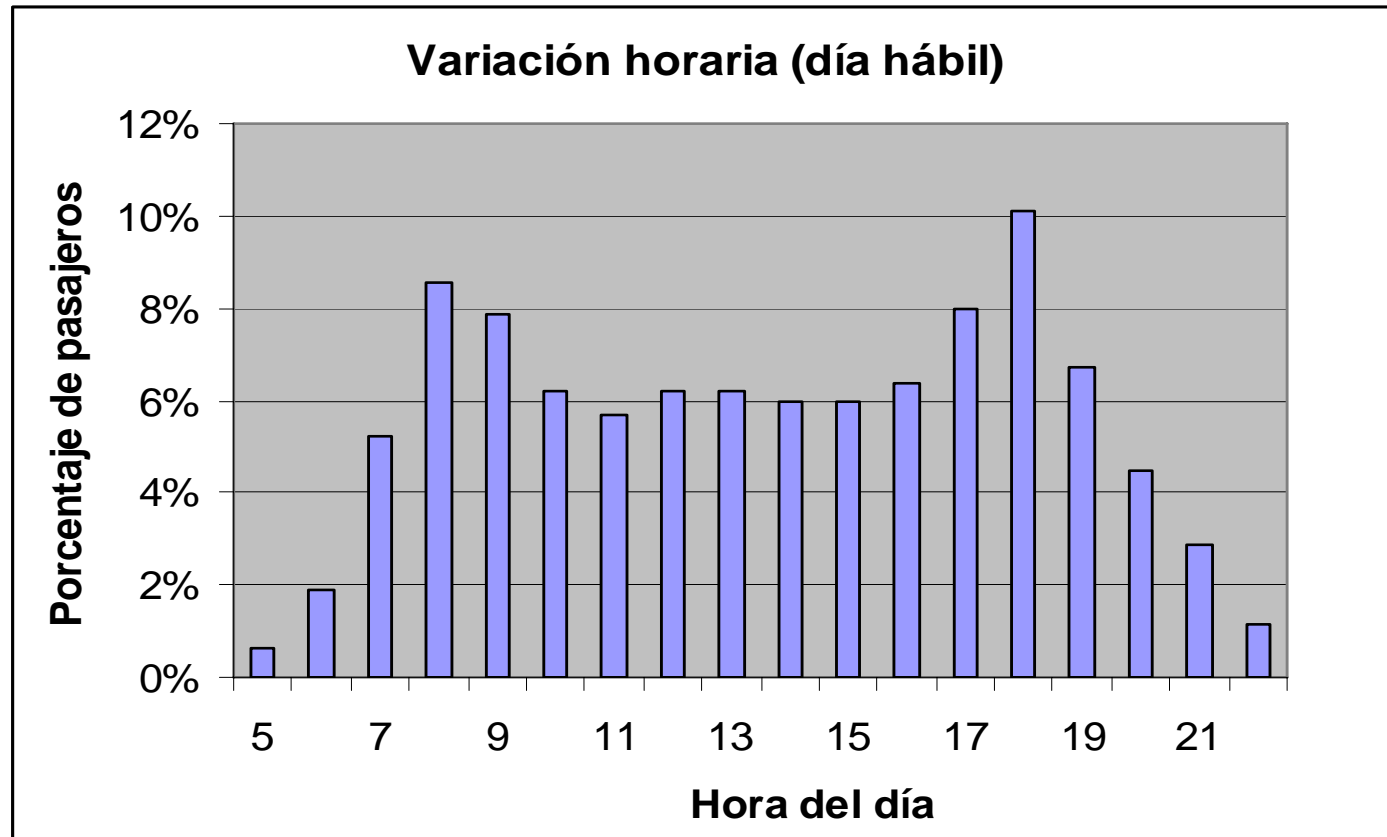
- El tráfico que derivará no es uniforme:

*a) Hay una variación a lo largo de los días del año, estacional y semanal:*



# Perfil del tráfico a lo largo del día

- El tráfico que derivará no es uniforme:
  - b) Hay una variación horaria, a lo largo del día:*



# Los beneficios computados

---

*(o sea, los perjuicios que el no funcionamiento del Metro causaría)*

1. Aumento de costo de operación, por los viajes transferidos a otros modos.
2. Más tiempo de viaje de los pasajeros transferidos.
3. Aumento de costo de operación de los vehículos actuales sobre la red vial.
4. Más tiempo de viaje de los usuarios y pasajeros actuales sobre la red vial.
5. Aumento de los accidentes
6. Más contaminación por los vehículos que se suman al tránsito actual.
7. Más contaminación de los vehículos actuales, por la mayor congestión causada por el tránsito adicional.

Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos a otros modos de transporte, por el no funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



## *a) Costo operativo de los modos que absorben el tráfico derivado*

- El costo operativo de los colectivos, taxis y automóviles que absorben el tráfico derivado del Subte, corresponde a las velocidades que regirán en la red vial, una vez derivado el tráfico.
- Esas velocidades son función del tránsito preexistente y del incremento de tránsito causado por la propia derivación.

## 2| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



ALAMYS

### I) Costo operativo de los colectivos que captarían pasajeros derivados

- 213,0 millones de pasajeros se derivarían a los colectivos.
- El índice IPK -pasajeros/vkm- promedio de las líneas del Distrito Federal fue de 2,93 en 2005.
- Deberán entonces adicionarse a la red vial 73 millones de vehículos km.
- A las velocidades resultantes el costo operativo de los mismos estará entre 4,58 y 11,0 \$ /vkm (variable según el corredor, el día y la hora).
- El costo operativo de estos colectivos sumará entonces de \$ 397,4 millones anuales.

### II) Similar cálculo se hizo para autos y taxis





# 3| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



ALAMYS

## III) Costo operativo de los ferrocarriles.

- La cantidad de pasajeros derivados a los ferrocarriles (principalmente líneas Mitre, San Martín y Sarmiento, en ese orden de importancia) es de 7,5 millones.
- En los tramos que tomarían ese tráfico existe capacidad excedente, porque el punto de máxima carga está fuera de la Ciudad de Buenos Aires.
- El costo operativo marginal de absorción de estos viajes es muy bajo (boleterías); se lo supone nulo.

## IV) Pasajeros derivados que caminan.

*No originan costos operativos*

## 4| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



ALAMYS

### *b) Ahorro del costo operativo del Subte*

- La concesión del Subte no es separable de la del ferrocarril suburbano Urquiza. Por eso el balance de Metrovías presenta el costo del conjunto de ambos sistemas.
- En 2005 ese valor sumó \$ 280 millones (excluido inversiones).
- La adopción de este valor no altera sustancialmente los resultados del presente análisis.

# 5| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



ALAMYS

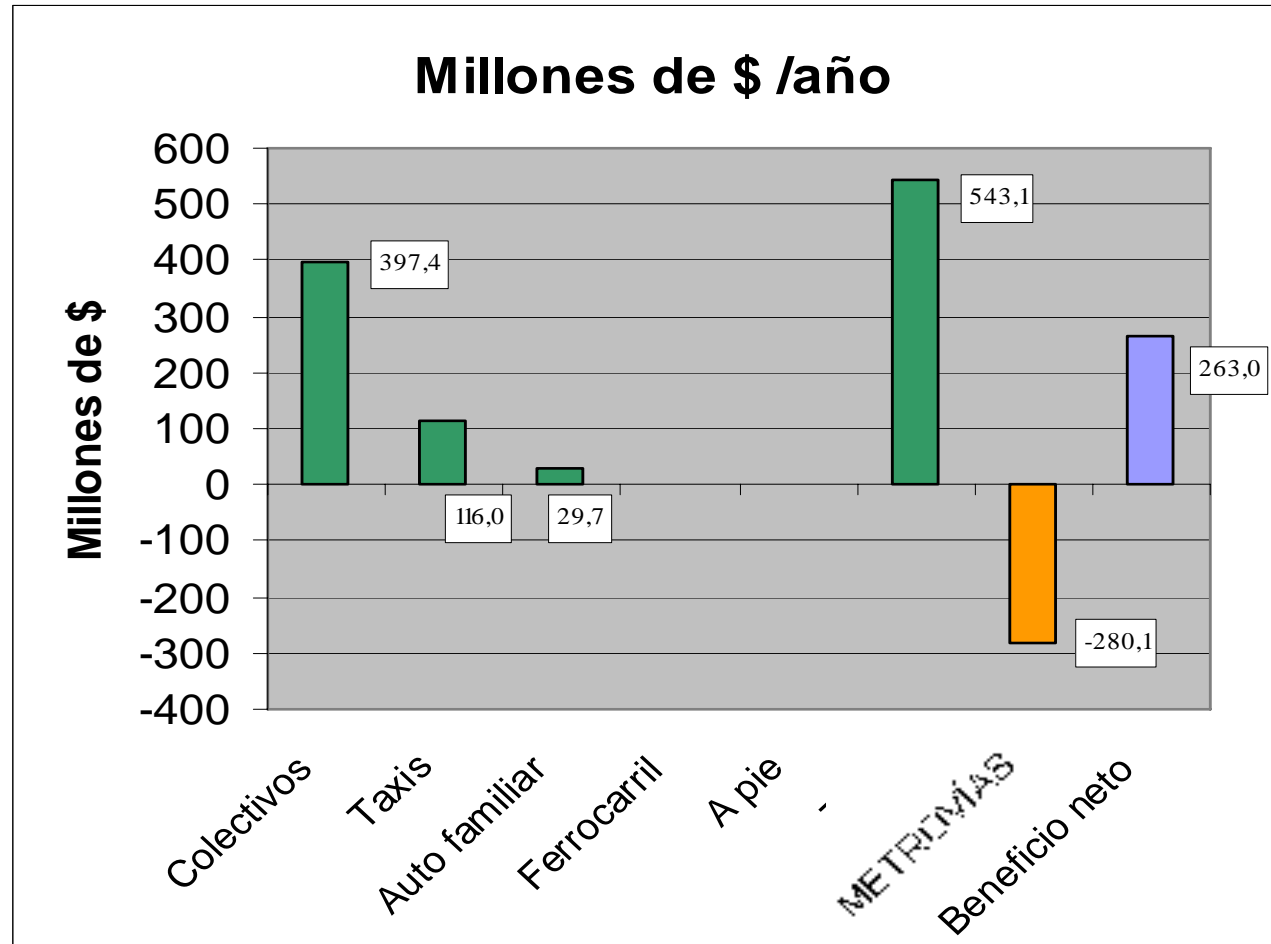
*Resumen y beneficios (\$ millones/año)*

Costo	Colectivos	397,4
"	Taxis	116,0
"	Auto familiar	29,7
"	Ferrocarril	0,0
"	A pie	0,0
Costo	Total	543,1
Costo	METROVÍAS	280,1
	Beneficio	263,0

## 6| Valorización del mayor costo operativo de los viajes transferidos



ALAMYS



Valorización del mayor tiempo de viaje de los pasajeros transferidos a otros modos de transporte, por el no funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos

---



- Se valorizó el tiempo de viaje que perdería el conjunto de los pasajeros transferidos.
- Se consideran los ingresos horarios de los pasajeros computados a partir de los salarios de la población, clasificados por deciles.
  - *Pasajeros derivados a los modos colectivos: se considera el salario promedio de la población: \$ 7,07 /hora.*
  - *Pasajeros derivados a los modos individuales: se consideran los salarios de los dos deciles superiores: \$ 17,83 /hora.*

## 2| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos

- La velocidad comercial promedio actual del Subte es de 23,7 Km/hora.
  - Se asumió una disminución por transbordos entre líneas y congestión. Resultó 20,6 km/hora.
- Velocidades de los modos alternativos (km/h)

	<i>Colectivos</i>	<i>Taxis</i>	<i>Autom. familiar</i>	<i>Ferrocarril</i>	<i>A pie</i>
Media	12	20	20	30	4
Observada	5 / 13	10 / 15	10 / 15	30	4

## 3| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos

---



Tiempo de viaje por los modos alternativos:

- El tiempo de viaje de los pasajeros derivados a la red vial se computa a las velocidades sobre esa red, una vez derivado el tráfico.
- Esas velocidades son función del tránsito preexistente y del aumento de vehículos causado por la derivación desde el Subte.



## 4| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos

---



### I) Mayor tiempo de viaje de los pasajeros que utilizarán los colectivos

- 213 millones de pasajeros se derivarían a los colectivos.
- Cada uno de esos pasajeros usará entre 11 y 15 minutos más en su viaje.
- El valor de la hora aplicable a los pasajeros derivados a los modos colectivos es de \$ 7,07.
- El tiempo adicional gastado por estos pasajeros vale \$ 346,1 millones anuales.

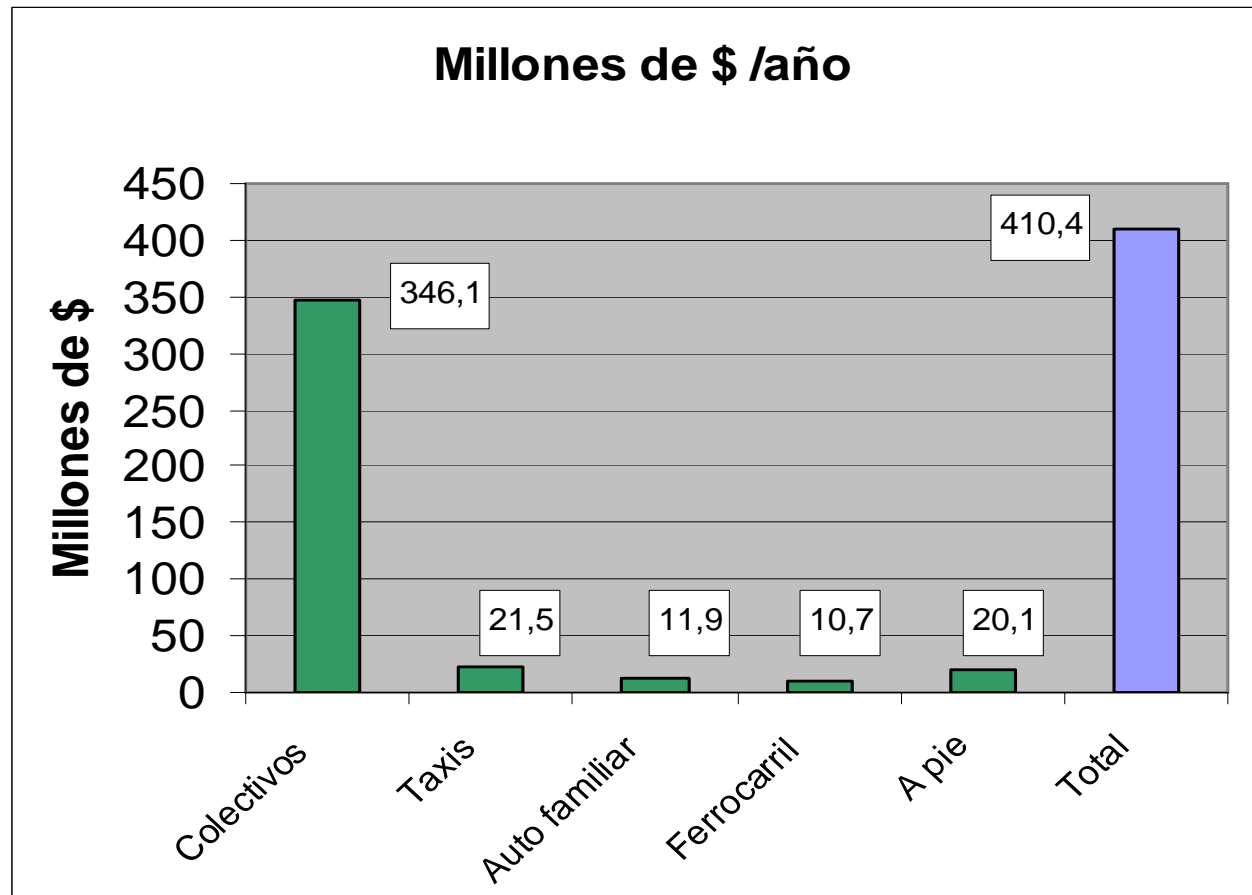
### II) Para los demás modos se aplicó la misma forma de cálculo

## 5| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos

*Resumen y beneficios (\$ millones /año)*

Derivados a	Colectivos	346,1
"	Taxis	21,5
"	Auto familiar	11,9
"	Ferrocarril	10,7
"	A pie	20,1
Costo	Total	410,4

## 6| Valorización del mayor tiempo de los viajes transferidos



Valorización del mayor costo operativo  
de vehículos de la red vial, por  
congestión debida al no  
funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial



- El tránsito medio de la red vial que recorre el Subte –y sus calles o avenidas de retorno- es del orden de 40 mil vehículos diarios, o sea unos 3.200 veh/hora, por corredor.
- La composición porcentual promedio es:

Automóviles	55%	1.760 /hora
Taxis	30%	960 /hora
Colectivos	5%	160 /hora
Otros	10%	320 /hora

## 2| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial



- Los pasajeros del Subte que viajan en la hora punta, sobre el tramo más cargado, se distribuyen entre los otros modos con las proporciones vistas

Línea	Pasajeros /hora 1 sentido	Colectivos /hora	Taxis /hora	Autos /hora	Total vehículos/ hora
A	13.000	184	541	200	925
B	18.100	257	756	279	1291
C	14.200	202	594	219	1015
D	20.000	283	832	307	1423
E	6.700	94	278	103	475

### 3| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial



- Las composiciones del tránsito preexistente y del “derivado del Subte” son muy distintas:

Tránsito de las avenidas	Colectivos	Autos	Taxis	Otros
Existente	5%	55%	30%	10%
Derivado	20%	22%	58%	-

- Aumentará la participación de los colectivos.
- Para la congestión cada colectivo equivale a 2,5 y cada taxi a 1,2 automóviles familiares.

## 4| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial

---



- Por ejemplo, en el corredor de la Línea D se vuelcan 1.423 vehículos derivados en la hora punta, para un tránsito actual del orden de 3.200 vehículos/hora.
- El aumento en el tránsito horario es del 45%.
- Pero, en vehículos equivalentes, el aumento es mayor, del 55%.
- Por otra parte, el impacto del tránsito derivado será muy distinto según el día y la hora en que ocurra:
  - *Máximo, las horas punta de días hábiles de "invierno",*
  - *Mínimo, las horas de valle de los domingos y feriados.*



## 5| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial

---



- La congestión si dejara de funcionar el Subte, afectaría directamente calles y avenidas con un tránsito total del orden de 360.000 vehículos diarios:
  - *Avs. Rivadavia, Corrientes, Santa Fe, San Juan y sus retornos, y varias calles para la Línea C.*
- El tránsito de esas arterias vería disminuir su velocidad promedio, en mayor o menor medida según día del año y hora del día.
- Además serían afectadas arterias, complementarias y de la vialidad transversal a las avenidas en cuestión (por ej. la Av. Callao).

## 6| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial



- Las velocidades medias del tránsito tienen una disminución (en km /hora)

	Velocidad promedio actual	Velocidad promedio futura	Según día y hora, variando entre
Automóviles y taxis	20	17,9	10,3 y 20
Colectivos	12	10,7	6,2 y 12

- La disminución de velocidad se traduce en mayores costos operativos de los vehículos sobre la red vial, preexistentes a la desaparición del Subte.

## 7| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial

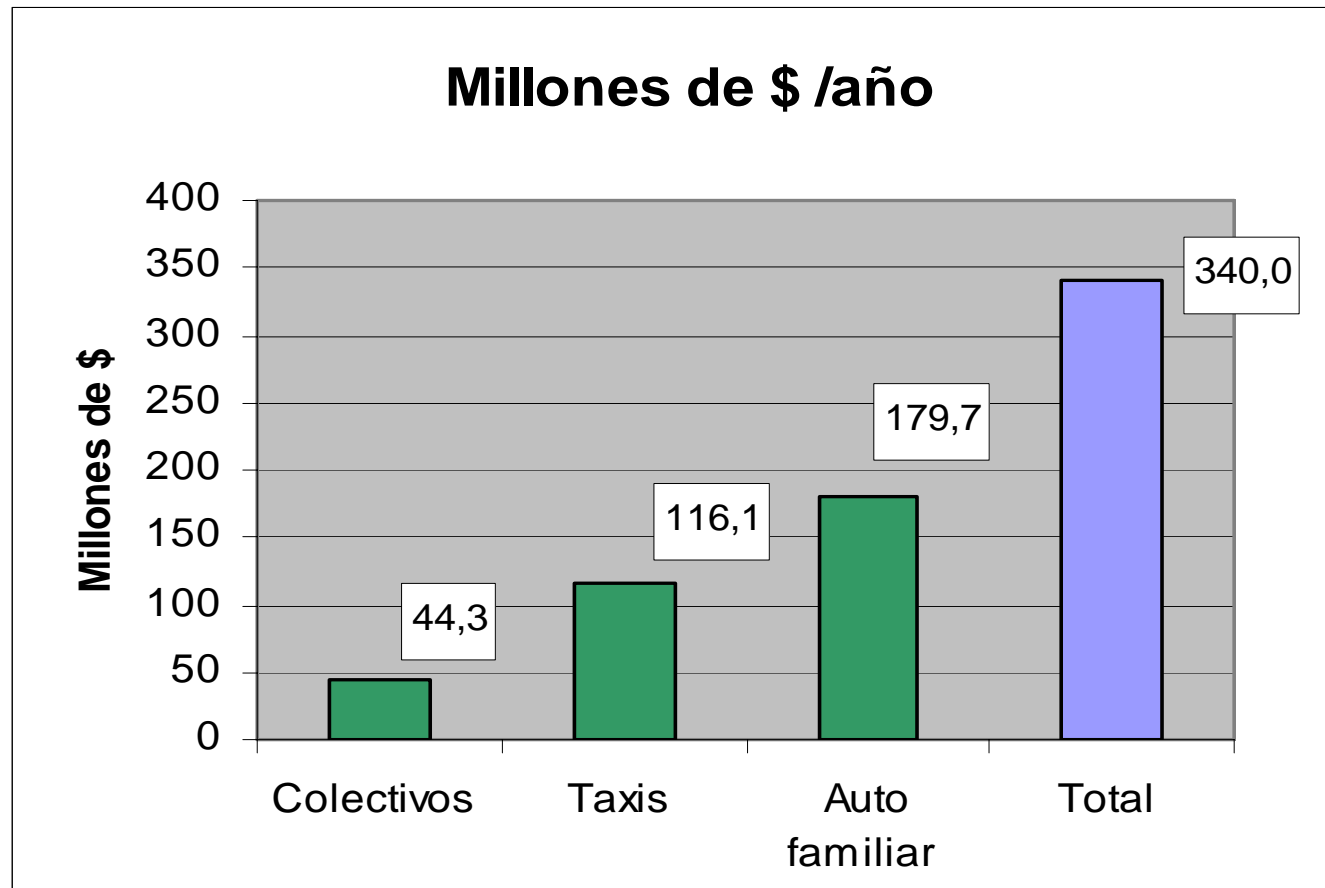
---



*(\$ millones /año)*

Costos de	Colectivos	44,3
"	Taxis	116,1
"	Auto familiar	179,7
	Total	340,0

## 8| Valorización del aumento del costo operativo del tránsito de la red vial



Valorización del mayor tiempo de viaje  
de los usuarios de la red vial, por  
congestión debida al no  
funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del aumento del tiempo de viaje de usuarios de la red vial

---



- Las reducciones de velocidad dan origen a pérdida de tiempo los usuarios de la red de avenidas y calles, ocupantes de automóviles o pasajeros de taxis y colectivos.
- La ocupación media asumida fue:
  - *Automóviles familiares*                      *1,3 conductor incluido.*
  - *Taxis*    *1,2 pasajeros.*
  - *Colectivos*                                      *30 pasajeros.*
- Para taxis y colectivos los promedios incluyen viajes de regreso o sin pasajeros.

## 2| Valorización del aumento del tiempo de viaje de usuarios de la red vial

---



- Los mayores tiempos de viaje afectan a unos 360.000 vehículos diarios y a unas 930 mil personas, (ambos sentidos de viaje), sobre la red vial paralela a las líneas del Subte.
- Esos números se incrementan un 50% para considerar el impacto sobre la vialidad transversal y complementaria.

### 3| Valorización del aumento del tiempo de viaje de usuarios de la red vial

---



- Debido a la composición del tránsito (predominan los autos y taxis) y a la ocupación media de los vehículos, las personas afectadas serían:
  - *Pasajeros de colectivos, 58%*
  - *Ocupantes de automóviles, 28%*
  - *Pasajeros de taxis, 14%*
- Los pasajeros y ocupantes perderán en promedio, en cada viaje:
  - *Pasajeros de colectivos, hasta 8 minutos.*
  - *Ocupantes de automóviles y pasajeros de taxis, hasta 5 minutos.*



## 4| Valorización del aumento del tiempo de viaje de usuarios de la red vial

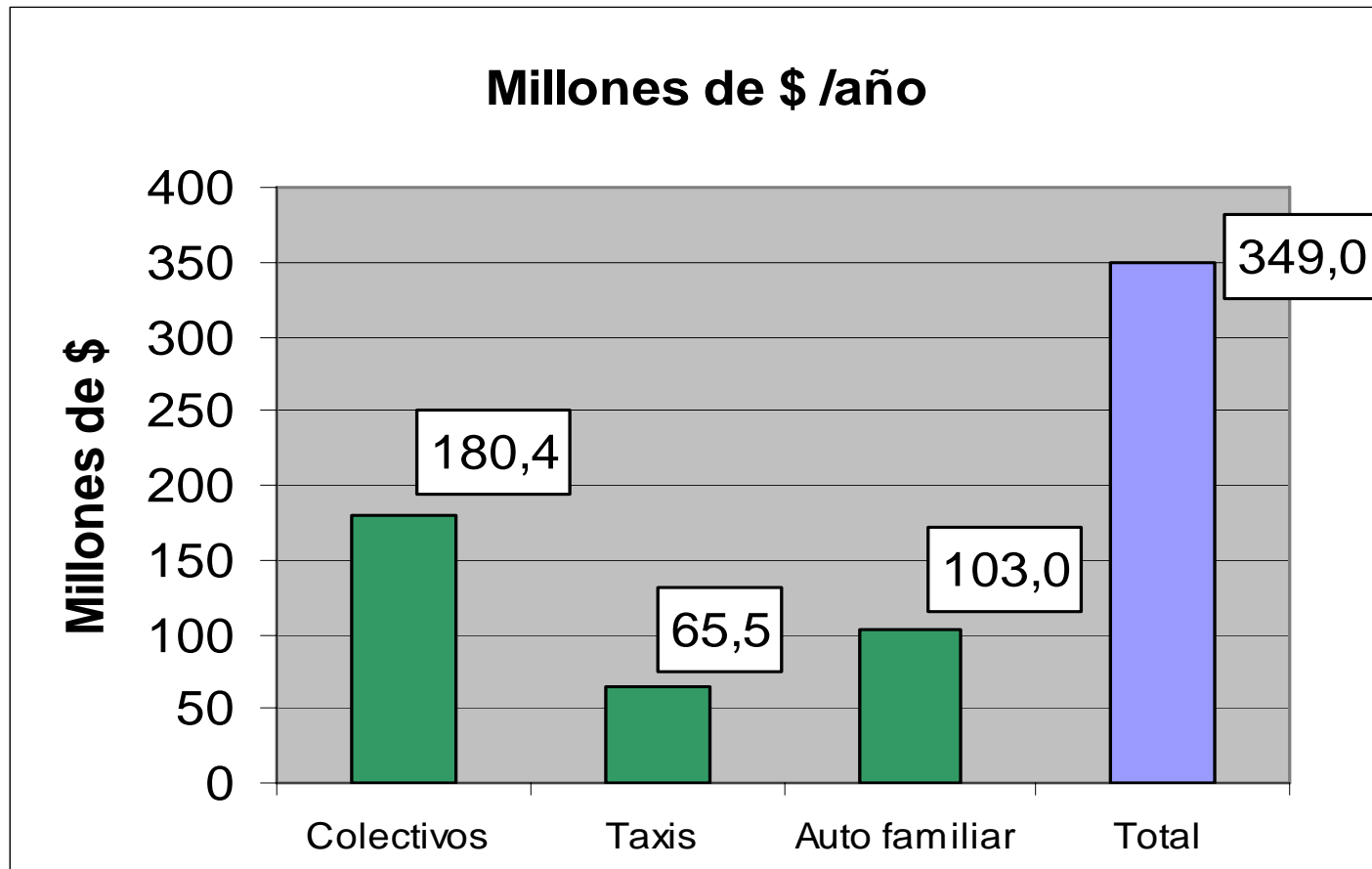
---



*(\$ millones /año)*

<b>Mayor Tiempo de viaje</b>	<b>Colectivos</b>	<b>180,4</b>
	<b>Taxis</b>	<b>65,5</b>
	<b>Auto familiar</b>	<b>103,0</b>
	<b>Total</b>	<b>348,9</b>

## 5| Valorización del aumento del tiempo de viaje de usuarios de la red vial



# 1| Beneficios totales por ahorro de costo y de tiempo de viaje

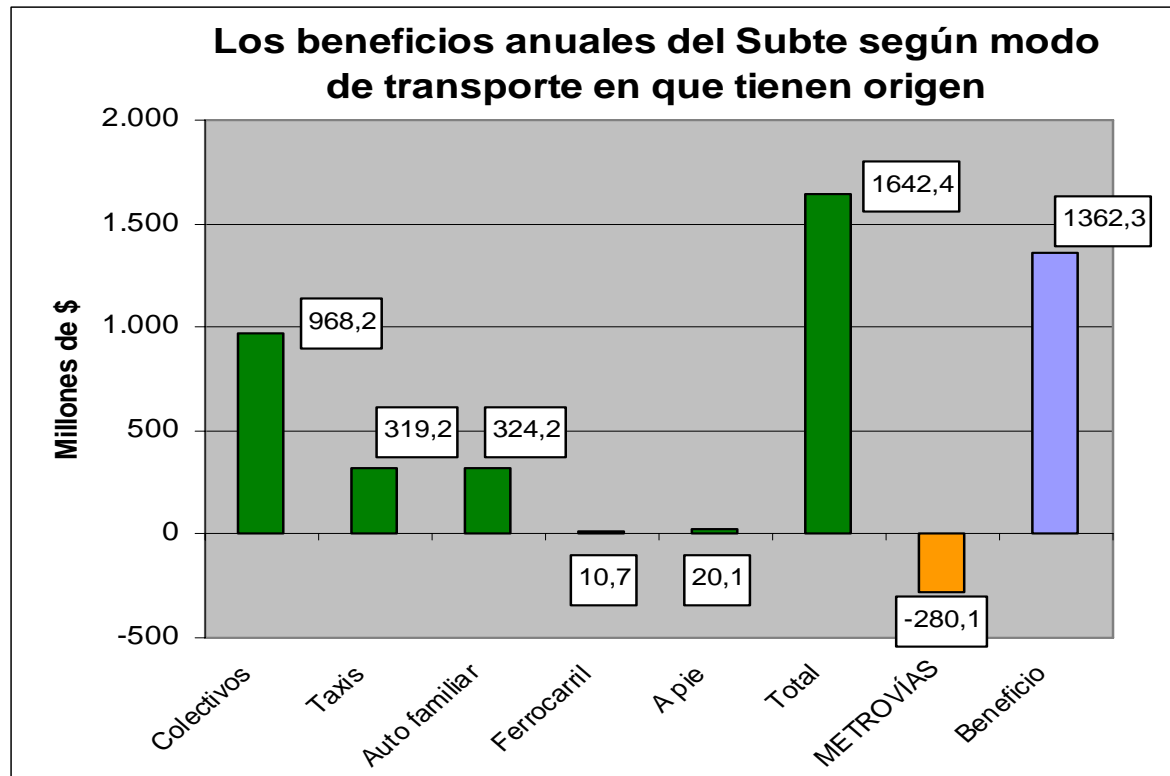
(\$ millones /año)

Modo o forma de transporte	Costos operativos derivación	Tiempo ahorrado derivación	Costos operativos congestión	Tiempo ahorrado congestión	TOTAL
Colectivos	397,4	346,1	44,3	180,4	968,2
Taxis	116,0	21,5	116,1	65,5	319,2
Auto familiar	29,7	11,9	179,7	103,0	324,2
Ferrocarril	0,0	10,7	0,0	0,0	10,7
A pie	0,0	20,1	0,0	0,0	20,1
Total	543,1	410,4	340,0	349,0	1642,4
Costo de funcionamiento concesión METROVÍAS					280,1
Beneficio					1362,3

## 2| Beneficios totales por ahorro de costo y de tiempo de viaje



(\$ millones /año)

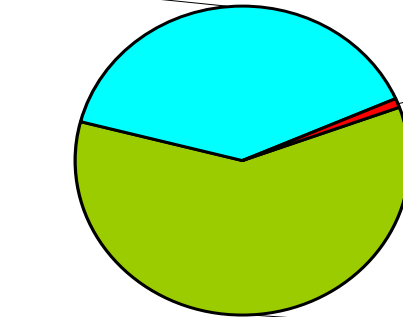


### 3| Beneficios totales por ahorro de costo y de tiempo de viaje



**Distribución de los beneficios del Subte, entre los pasajeros, según los modos que usarían si el Subte no existiera**

Automóviles  
y taxis  
**39,2%**



Caminando  
**1,2%**

Modos  
colectivos  
**59,6%**

Valorización de la mayor cantidad de accidentes por el aumento de la circulación automotriz, debido al no funcionamiento del Subte

# 1| Valorización de la mayor cantidad de accidentes

---



- La incorporación de vehículos al tránsito aumentará los accidentes, en proporción a los vehículos km.
- Se computaron daños a las personas:
  - *Víctimas fatales (U\$S 423.000 por caso).*
  - *Heridos graves (U\$S 56.200 por caso).*
  - *Heridos leves (U\$S 3.175 por caso).*
- Y también daños materiales (vehículos, enseres personales).
- El costo de los accidentes de automotores se estimó en \$ 0,61 /vehículo km.

## 2| Valorización de la mayor cantidad de accidentes

---



- Al no funcionar el Subte se evitan los accidentes que en él ocurren:
  - *Caídas en escaleras,*
  - *Incidentes con las puertas de los trenes.*
- Este costo se consideró directamente proporcional a la cantidad de pasajeros.
- El costo estimado es de \$ 6.660 por millón de pasajeros.



### 3| Valorización de la mayor cantidad de accidentes



*(en millones de \$ anuales)*

Costo de accidentes por el tránsito automotor adicional (150 millones veh.km)	92,1
Costo de accidentes en el Subte (250,5 millones de pasajeros)	1,7
Beneficio neto	90,4

Valorización del aumento de contaminación en forma de emisión de gases, por el incremento de la circulación automotriz, debido al no funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del aumento de la contaminación

---



- El no funcionamiento del Subte agrega al tránsito vial 150 millones de vehículos km para prestar servicios directamente sustitutivos.
- Estos vehículos consumirán combustible:
  - *Colectivos: 100% diesel;*
  - *Taxis: 90% gas, 10% diesel.*
  - *Autos: 80% nafta, 10% gas, 10% diesel.*
- Ese consumo significará mayor emisión de contaminantes.

## 2| Valorización del aumento de la contaminación



- Tasas de emisión y costo sanitario:

Contaminante	Emisión Ton / millón litros	Costo sanitario US\$ / tonelada
Monóxido de C - CO	12,80	216,2
Hidrocarburos - HC	1,66	957,9
Óxidos de N - Nox	15,24	1.108,80
Particulados - MP	0,65	5.669,30

- El costo calculado se aumenta un 50% para considerar la mayor congestión sobre la red vial.
- El costo anual de contaminación adicional es de \$ 2,8 millones.

Valorización del aumento de emisión de  $\text{CO}_2$ , con impacto en el calentamiento global, debido al incremento de la circulación automotriz por el no funcionamiento del Subte

# 1| Valorización del aumento de emisión de CO<sub>2</sub>

---



- Los recorridos adicionales de vehículos (150 millones de veh.km) significan mayor consumo de combustible.
- Por cada litro de combustible quemado, se lanzan a la atmósfera:
  - *Gas* : 1,6 Kg de CO<sub>2</sub>
  - *Nafta* : 2,3 Kg de CO<sub>2</sub>
  - *Diesel* : 2,7 Kg de CO<sub>2</sub>

## 2| Valorización del aumento de emisión de CO<sub>2</sub>

---



- Los vehículos consumen:
  - *Colectivos: 100% diesel;*
  - *Taxis: 90% gas, 10% diesel.*
  - *Autos: 80% nafta, 10% gas, 10% diesel.*
- Se emitirán a la atmósfera 110.000 toneladas más de CO<sub>2</sub> por año.
- Se asigna a cada tonelada un valor de 4,5 US\$.
- El beneficio por este concepto suma entonces \$ 1,5 millones /año.

# Beneficios totales generados por la existencia del Subte



# Beneficios totales del Subte

---

*(\$ millones /año)*

Costos operativos derivación	263,0
Tiempo ahorrado derivación	410,4
Costos operativos congestión	340,0
Tiempo ahorrado congestión	349,0
Reducción de accidentes	90,4
Menor contaminación	2,8
Menor emisión de CO2	1,5
Beneficio total	1457,1

# 1| Beneficios del Subte por tipo

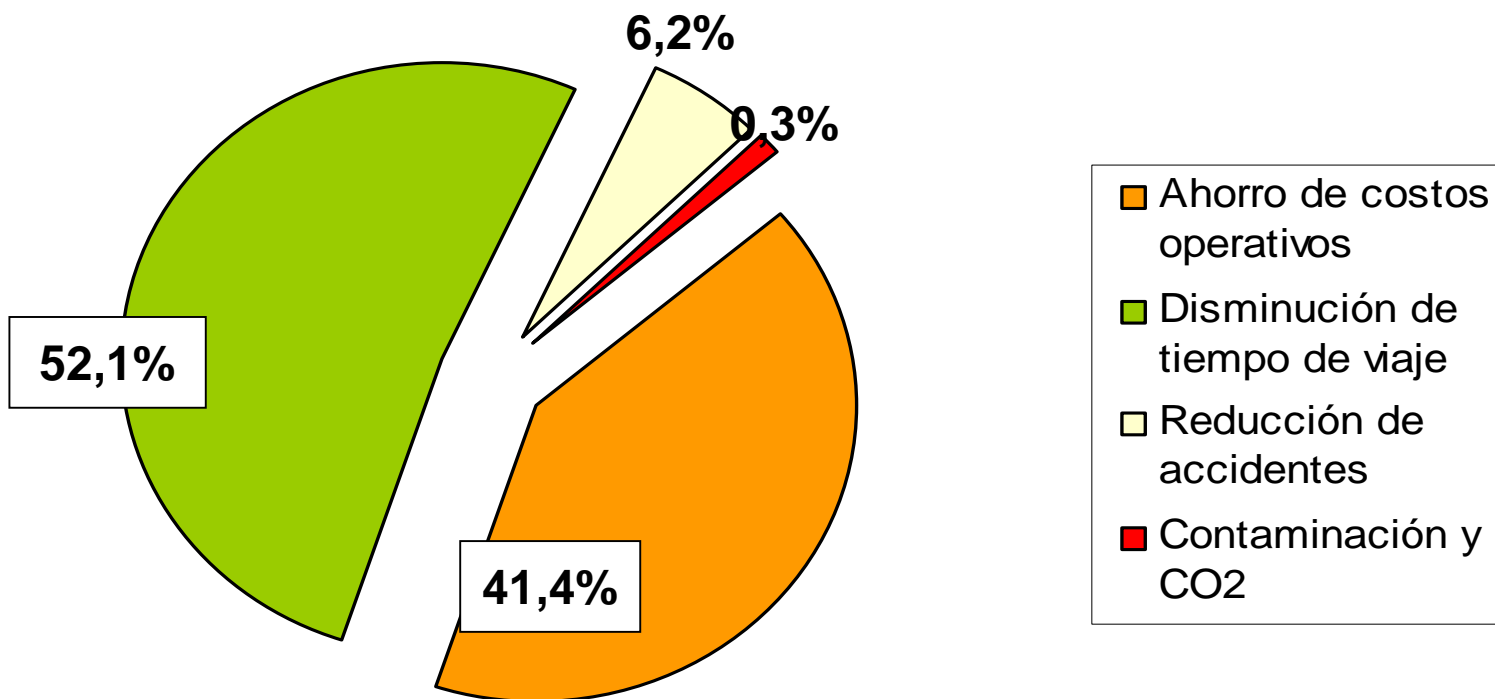
---

*(\$ millones)*

Ahorro de costos operativos	603,0
Disminución de tiempo de viaje	759,3
Reducción de accidentes	90,4
Contaminación y CO2	4,4
	1457,1

# Beneficios totales del Subte

## Los beneficios por grandes categorías



# Conclusiones

# 1 | Conclusiones

---

- El Subte de Buenos Aires, como todos los Metros, devuelve a la comunidad beneficios de gran magnitud, en forma de ahorros de costos de operación y disminución de tiempo de viaje.
- El Subte también produce beneficios por disminución de accidentes y de contaminación.
- El Subte de Buenos Aires genera a la comunidad un beneficio anual que se ha estimado en \$ 1.457 millones anuales, o sea unos US\$ 470 millones.
- La red del Subte con sus 41 km operativos tendría a valores de hoy un costo estimado de construcción de US\$ 1.950 millones.

## 2| Conclusiones

---

- El beneficio social anual del Subte es entonces el 24 % de esa inversión.
- Si Buenos Aires invirtiera en la ampliación del Subte una suma igual al beneficio que anualmente de él obtiene, sumaría unos 10 km anuales de líneas.
- Esto sería muchísimo más que el promedio histórico, e incluso que el de los últimos 10 años, en que el ritmo de las construcciones ha llegado al orden de 1 km/año.
- De esta manera en cuatro años podría duplicarse la red actual.

# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!!

*Comité de Planificación – Alamys  
Lisboa – 14 de Mayo – 18 de Mayo de 2007*

