

INFRAESTRUCTURA DEDICADA PARA BUSES Y CALIDAD DEL SERVICIO: UN ANÁLISIS EMPÍRICO PARA SANTIAGO

Vicente Valdivieso, UDP

Felipe González, UDP

Louis de Grange, UDP

Rodrigo Troncoso, UDD y LyD

Motivación:

¿Cómo afecta la infraestructura dedicada a los indicadores de calidad de servicio en Transantiago?

Motivación

i. Infraestructura Dedicada:

- a) Corredores Segregados
- b) Vías Exclusivas
- c) Pistas solo Bus
- d) Autopistas Urbana

ii. Variables de Calidad de Servicio:

- a) Velocidad Comercial Promedio
- b) Variabilidad de Tiempos de Viaje
- c) Variabilidad de los Tiempos entre Buses (espera)

Metodología

Metodología

Modelo de Regresión Lineal Múltiple robusto a la Heterocedasticidad:

$$y_i = \beta_0 + \sum_k \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i$$

Variable explicada:
calidad de servicio

Variables explicativas:

- Km de infraestructura
- Variables de control

Variables Explicadas (Y_i):

- i. **Velocidad de Buses:** es la velocidad promedio del recorrido. Se asocia al tiempo promedio de viaje del recorrido, normalizado por su distancia. Trabajando con velocidades, en vez de tiempos de recorrido, es posible comparar el desempeño de recorridos o servicios de distinta longitud.
- ii. **CV Tiempos de Viaje:** es el coeficiente de variación del tiempo del recorrido. Captura la variabilidad del tiempo de recorrido, normalizado por el valor esperado del mismo.
- iii. **CV Tiempos entre Buses (final):** es el coeficiente de variación del tiempo entre buses (intervalo) al final del recorrido. Captura la variabilidad del tiempo entre buses de un mismo servicio, normalizado por el valor esperado del mismo. Resulta un buen proxy de la variabilidad del tiempo de espera en paradero que experimentan los pasajeros del sistema de buses.

Variables Explicativas y de Control (x_{ki}):

- i. **Distancia:** es la longitud del recorrido, expresada en kilómetros (variable de control).
- ii. **Velocidad de Autos:** es la velocidad promedio de los autos en hora punta en los distintos distritos de la ciudad que atraviesa el recorrido, obtenida de la georreferenciación de rutas y de velocidades comunales promedio de los autos durante las horas punta (variable de control).
- iii. **N° de Paraderos:** es la cantidad de paraderos a lo largo de cada recorrido (variable de control). En estos paraderos, los pasajeros pagan al subir al bus.
- iv. **N° de Zonas Pagas:** es la cantidad de paraderos tipo zona-paga a lo largo de cada recorrido (variable de control). En estos paraderos, los pasajeros pagan al ingresar a la zona paga, antes de subir al bus.

Variables Explicativas y de Control (x_{ki}):

- v. **Subidas:** es la cantidad promedio de pasajeros que suben en cada paradero (variable de control).
- vi. **CV Tiempos entre Buses (inicio):** es el coeficiente de variación de los tiempos entre buses al comienzo del recorrido (variable de control).
- vii. **Variables dummies** por cada operador del sistema de buses (son siete operadores diferentes), y variables dummies temporales, tanto para los distintos días de la semana, como para los distintos periodos horarios (variables de control).

Metodología

Variables Explicativas y de Control (x_{ki}):

- viii. **Km de Autopistas Urbanas:** es la distancia recorrida por cada servicio de buses dentro de las autopistas urbanas de la ciudad, expresada en kilómetros (variable de diseño).
- ix. **Km de Corredores Segregados:** es la distancia recorrida por cada servicio de buses dentro de corredores segregados dentro la ciudad, expresada en kilómetros (variable de diseño).
- x. **Km de Vías Exclusivas:** es la distancia recorrida por cada servicio de buses dentro de las calles definidas como vías exclusivas dentro la ciudad, expresada en kilómetros (variable de diseño).
- xi. **Km de Pistas Sólo Buses:** es la distancia recorrida por cada servicio de buses dentro de las calles definidas como pistas sólo bus dentro la ciudad, expresada en kilómetros (variable de diseño).

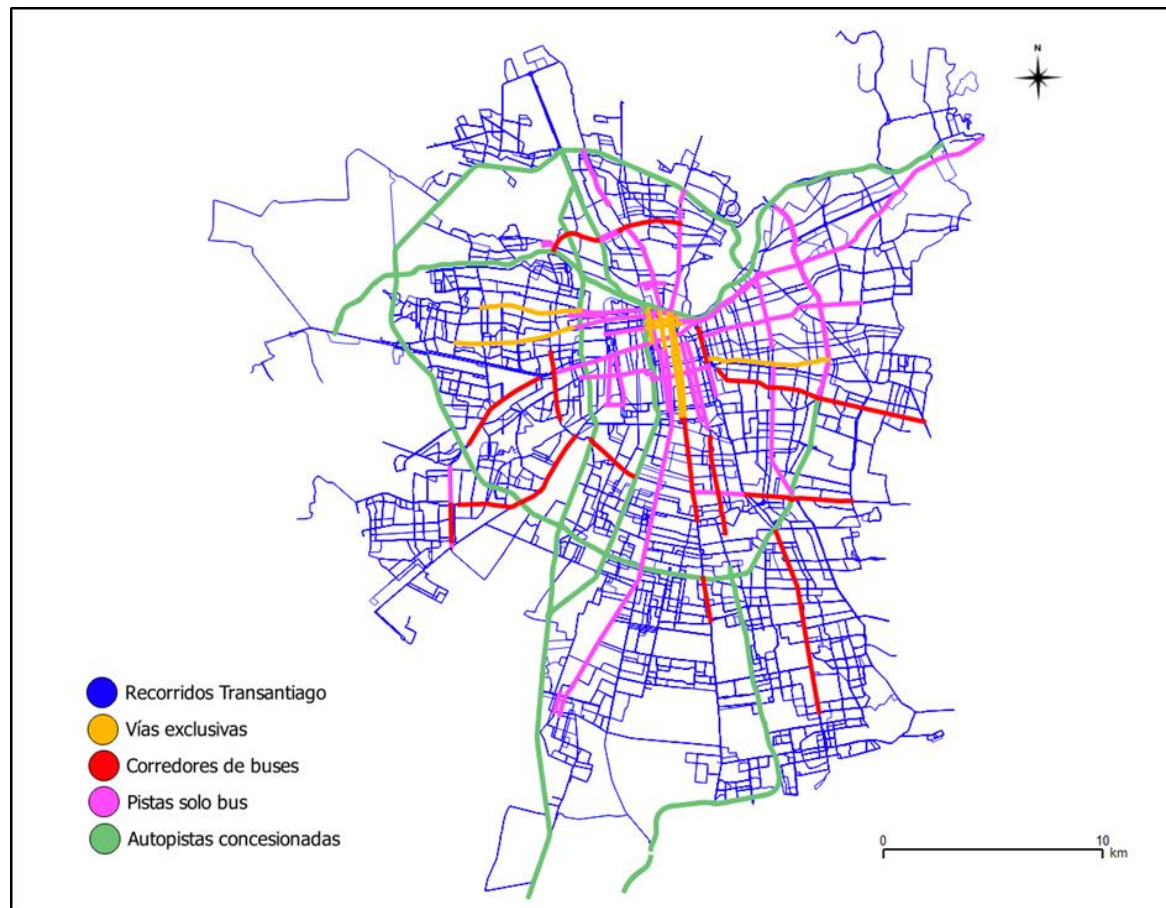
Metodología

Resumen estadísticos variables (N = 13.017):

Variable	Media	Desv. Estándar	Min	Max
Velocidad de Buses	12.9086	1.4486	8.3817	16.268
CV Tiempos de Viaje	0.8398	0.3871	0.0756	3.918
CV Tiempos entre Buses (final)	0.7294	0.2274	0	2.535
Distancia	17.3724	8.6951	3.7300	57.340
Velocidad de Autos	21.4513	4.7230	8.2345	52.443
N° de Paraderos	47.4165	24.3444	2	126
N° de Zonas Pagas	0.4561	0.8493	0	8
Subidas	672.8605	754.6183	2.5907	5,950.654
CV Tiempos entre Buses (inicio)	0.4953	0.1956	0	1.530
Km de Autopistas Urbanas	0.7537	2.6907	0	22.306
Km de Corredor Segregado	1.3089	2.7296	0	15.944
Km de Vías Exclusivas	0.5728	1.5705	0	11.191
Km de Pistas Solo Bus	2.8312	4.4040	0	32.494

Metodología

Construcción de Base de Datos: DTPM



Resultados

1) Velocidad promedio de los buses en el recorrido

Variable	Parámetro	Test-t
Km de Corredor Segregado	0.1336733	15,26
Km de Vías Exclusivas	0.006667	0,45
Km de Pistas Solo Bus	0.0529487	8,08
Km de Autopistas Urbanas	0.8517948	50,80
Velocidad Autos	0.4640152	22,04
N° de Subidas	-0.0012069	-20,47
N° de Paraderos	-0.0197235	-10,32
N° de Zonas Pagas	-0.3400306	-8,70
N° de Observaciones	13,017	
R2	0.4512	

Resultados

2) Coeficiente de variación del tiempo de viaje

Variable	Parámetro	Test-t
Km de Corredor Segregado	-0.0241053	-17,85
Km de Vías Exclusivas	-0.0117829	-6,08
Km de Pistas Solo Bus	-0.0055397	-6,54
Km de Autopistas Urbanas	0.0098538	4,76
Velocidad de Buses	-0.0329243	-36,16
Velocidad de Autos	-0.0186777	-10,94
Distancia	0.0349049	26,61
N° de Subidas	0.0000582	9,92
N° de Paraderos	-0.0080132	-21,77
N° de Zonas Pagas	-0.0365445	-11,82
N° de Observaciones	13,017	
R2	0.4699	

Resultados

3) Coeficiente de variación del tiempo entre buses:

Variable	Parámetro	Test-t
Km de Corredor Segregado	-0.0009761	-1,78
Km de Vías Exclusivas	0.0004826	0,61
Km de Pistas Solo Bus	-0.0037739	-9,90
Km de Autopistas Urbanas	0.0045979	6,22
CV Tiempos entre Buses (inicio)	0.7557262	120,85
Velocidad de Buses	-0.0055775	-17,89
Velocidad de Autos	-0.0034281	-4,79
Distancia	0.0055127	11,85
N° de Subidas	0.0000528	21,32
N° de Paraderos	0.0015859	12,00
N° de Zonas Pagas	-0.0079579	-5,42
N° de Observaciones	13017	
R2	0.7618	

Conclusiones

Conclusiones

- La infraestructura vial permite mejorar significativamente la velocidad promedio de los buses. Estimamos que si se aumentan 10 km de corredor segregado durante el trayecto realizado, la velocidad promedio de los buses aumenta en 1,33 km/h.
- Un efecto en la misma dirección, pero menor en magnitud, tendrían a las pistas sólo Bus y las vías exclusivas, aunque en este último caso el aumento no sería estadísticamente significativo.
- Las autopistas aumentan notoriamente la velocidad promedio de los buses; cada 10 km de autopistas usadas por los buses en su recorrido, la velocidad promedio en 8,51 km/h

Conclusiones

- Tanto los corredores segregados de buses, como las vías exclusivas y las pistas sólo bus, reducen la variabilidad de los tiempos de viaje de los buses, y además reducen la variabilidad de los tiempos entre buses (intervalos).
- El impacto que genera la regularidad de las frecuencias al inicio de los recorridos de buses, la que depende de la gestión de los operadores es alta. Estimamos que una variación de un 1% en las salidas, se traduce en un 0.75% de la variación de los tiempos entre buses al final del trayecto.

Conclusiones

- Los recorridos más largos tienden a tener mayor variabilidad en los tiempos de viaje.
- Una mayor cantidad de pasajeros aumenta los tiempos de viaje y su variabilidad.
- Las zonas pagas reducen la variabilidad tanto de los tiempos de viaje como de los intervalos entre buses, debido a que son usadas como puntos de regulación por parte de los operadores.

GRACIAS