

## OPERACION DE PARADEROS FORMALES EN SANTIAGO

Jaime Gibson, Rodrigo Fernández

Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile

Casilla 228/3, Santiago, Fax: 6718788

Correo Electrónico: jgibson@cec.uchile.cl , rodferna@cec.uchile.cl.

Antonio Albert\*

Departamento de Ingeniería de Transporte

Pontificia Universidad Católica de Chile

### RESUMEN

En los últimos años han sido ejecutados en Santiago varios esquemas de paraderos divididos en ejes con altos flujos de buses. Ellos han producido mejoras importantes en la circulación del transporte público. Sin embargo, cabe preguntarse hasta qué punto estas mejoras se deben a la fuerte reducción del grado de saturación de los paraderos, previamente informales, por la sola división y formalización de ellos y hasta dónde al logro de una operación eficiente.

Este trabajo aborda esta cuestión analizando la operación de seis paraderos formales ubicados en tres ejes diferentes (Alameda, Providencia y Grecia) y ciertos datos comparativos de la situación antes y después de la implementación del corredor segregado en Av.Grecia. Los resultados muestran que en ciertos aspectos hay progresos considerables con respecto a una operación informal pero hay varios otros en que persisten conductas ineficientes. Algunas de éstas son atribuibles a defectos detectados en el diseño del área de parada y del andén. Otras son ajenas al diseño de los paraderos, entre las cuales destacan el uso intensivo de la puerta de subida por pasajeros que bajan, el sistema de cobro de la tarifa y el de remuneración de los conductores de buses. Los resultados obtenidos permiten una aproximación cuantitativa al análisis de las fuentes de ineficiencia remanentes en la operación de paraderos.

### I. INTRODUCCION

La considerable influencia que pueden tener las demoras en paraderos sobre el tiempo de viaje de los buses en vías en que el flujo de ellos es alto, ha sido puesta de relieve anteriormente (Gibson et al, 1989; Gardner et al, 1991). Es asimismo conocido que dichas demoras son muy elevadas

\*Actualmente en CIS Transporte Ltda.

cuento la operación de los paraderos es informal y que una medida eficaz para reducirlas es la implementación de esquemas de paraderos divididos (EBTU, 1982; Gibson y Fernández, 1995). Estos antecedentes han conducido a la puesta en práctica de tales esquemas en algunos ejes de Santiago en los últimos años. Aunque apenas hay una evaluación publicada de sus resultados (Araya et al, 1993) existe la impresión de que éstos son muy positivos. Sucede, sin embargo, que la creación de paraderos divididos conlleva diversos elementos y es importante preguntarse por el impacto atribuible a cada uno.

El solo hecho de distinguir grupos de buses con paraderos separados significa un sustancial aumento de la capacidad en relación con las "cuadras-paradero" típicas de las condiciones informales. Como además estos paraderos separados se instalan en áreas especializadas de la vía (pistas Sólo-bus o corredores segregados) es evidente que estas medidas deben tener efectos claramente beneficiosos. Lo que no es tan evidente es que ellas se traduzcan en un funcionamiento más eficiente de las operaciones de transferencia. En otras palabras, una cosa es la informalidad en la definición de los paraderos y otra, la informalidad en su operación. En investigaciones previas se ha mostrado que hay una serie de variables de comportamiento que inciden en la capacidad de un paradero y en las demoras que se producen en él (Gibson, 1984; Gibson, 1995).

El propósito de este trabajo es examinar este último aspecto a partir de observaciones realizadas en los principales proyectos de este tipo ejecutados en Santiago. El siguiente capítulo contiene la descripción de las variables de análisis consideradas y de la recolección de datos. En el capítulo 3 se presentan los resultados operacionales que ha tenido la instauración de estos paraderos formales. Finalmente, en el capítulo 4 se hace una discusión acerca de las causas probables de las ineficiencias subsistentes y del modo de corregirlas.

## 2. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

### 2.1. Variables de análisis

La observación del comportamiento en paraderos informales (Gibson, 1984; CADE-IDEPE, 1988) condujo a identificar como características distintivas de su operación las siguientes:

- alta propensión de los conductores a detenerse, haciéndolo varias veces a poca distancia (detenciones múltiples en un paradero) y en cualquier lugar;
- bajo número de pasajeros transferidos en cada detención y gran parte de éstas son para sólo tomar o sólo dejar pasajeros (detenciones unifuncionales);
- existencia de interferencia entre el paradero y la intersección semaforizada aguas abajo y de numerosas detenciones por congestión en el paradero.

Esta última característica puede ser controlada, en alto grado, con sólo formalizar apropiadamente la definición de los lugares de parada. Lo que se desea estudiar es cómo influye la formalización en las tres primeras características. Las variables relevantes son:

- a) frecuencia de detenciones en un tramo (número de detenciones por kilómetro)
- b) número medio de detenciones en un paradero

- c) lugar de detención (uso de sitios del paradero)
- d) tasa de transferencia (número de pasajeros que sube o que baja por detención)
- e) proporción de detenciones bifuncionales
- f) tiempos unitarios de detención por pasajero que sube o baja
- g) porcentaje de pasajeros que baja por la puerta de subida.

Casi todas estas variables son directamente observables pero las dos últimas requieren elaborar modelos para determinarlas correctamente.

## 2.2. Datos recolectados

Los paraderos formales considerados corresponden a proyectos implementados en tres ejes: Alameda, entre Mac Iver y Teatinos; Providencia, entre Tobalaba y Seminario; Grecia, entre Los Presidentes y Crescente Errázuriz. En los dos primeros casos hay pistas exclusivas para los buses; en Alameda, hay un esquema que alterna paraderos con andenes en la vereda y otros con andenes en islas dentro de la calzada mientras que Providencia todos los andenes están en la vereda. En Av. Grecia se trata de un corredor segregado al centro de la calzada y los andenes se encuentran en islas a las que se accede generalmente por cruces peatonales semaforizados.

En el corredor de Av.Grecia se dispone de datos tomados antes y después de la ejecución del proyecto, para variables observables que tienen sentido a nivel agregado de tramo (las identificadas en las letras a) y e) más arriba). No hay información análoga a este nivel para los otros dos ejes. Dichos datos fueron obtenidos en parte por observadores que viajaban en buses así como otros situados en los paraderos (CADE-IDEPE, 1988; Fernández, 1996).

Por otra parte, mediante videograbación se obtuvo datos detallados del funcionamiento de los paraderos en cada eje, según se explica a continuación. En todos ellos fueron medidas las variables correspondientes a las letras b), d), f) y g) más arriba, en tanto que el lugar de detención se analizó en cuatro paraderos.

En Alameda, se trabajó con los paraderos ubicados en Ahumada y en Santa Rosa. Ellos atienden a uno de los cuatro grupos de buses existentes en el sentido pertinente, tienen 3 sitios y están situados en islas, alejados de los paraderos de otros grupos. El de Santa Rosa tiene una intersección semaforizada inmediatamente aguas abajo.

En Providencia, los paraderos seleccionados fueron los de Santa Beatriz y Las Bellotas (calzada Sur). Ellos atienden a uno de los cuatro grupos de buses existentes en el sentido pertinente, tienen dos sitios demarcados, andén en la vereda y están alejados de los paraderos de otros grupos así como de intersecciones semaforizadas aguas abajo. En el corredor de Av. Grecia los paraderos estudiados son los de Villa Olímpica y Pedagógico. En cada uno de ellos se consideró uno de los subparaderos para los dos grupos existentes, que están ubicados a muy corta distancia en la misma isla. Tienen dos sitios demarcados para cada subparadero y están alejados de intersecciones semaforizadas aguas abajo.

Mayores detalles sobre la recolección y análisis de datos en estos paraderos pueden encontrarse en Méndez (1996) y Albert (1997). Las observaciones fueron realizadas para los períodos punta

de la mañana y de la tarde, en dos a cuatro días para cada paradero, registrándose un total de más de 6.500 detenciones por transferencia. La información referente a paraderos informales está tomada principalmente de CADE-IDEPE (1988).

En todos los paraderos formales estudiados existe una pista de adelantamiento junto al área de parada, por lo cual sólo ingresan a ésta los buses que transferirán algún pasajero. Esta es una poderosa contribución a la reducción del grado de saturación de los paraderos en relación con una operación informal.

La Tabla 1 muestra las demandas de pasajeros y flujos de buses medidos en cada paradero. Puede notarse que hay una variada gama de situaciones lo que, unido a las mencionadas diferencias en su diseño, permite pensar que se dispone de una muestra representativa de los paraderos formales posibles.

**TABLA 1**  
**Demanda Observada en Paraderos Formales**

Paradero	Período	Suben (pax/h)	Bajan (pax/h)	Flujo (bus/h)
Ahumada	Mañana	245	1.330	139
	Tarde	1.100	825	141
Santa Rosa	Mañana	870	700	184
	Tarde	780	545	158
Pedagógico	Mañana	136	181	51
	Tarde	348	71	50
Villa Olímpica	Mañana	171	53	54
	Tarde	110	31	46
Santa Beatriz	Mañana	80	266	96
	Tarde	287	116	84
Las Bellotas	Mañana	284	276	85
	Tarde	615	116	85

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Frecuencia y tipo de detenciones por transferencia

Es usual que al formalizar los paraderos, la cantidad de ellos en un cierto tramo se reduzca. Cabe entonces esperar que un mayor porcentaje de los buses pertinentes se detenga en cada paradero pero no es obvio si ello representará un total de detenciones en el tramo mayor o menor. La duda surge del efecto que puede tener la formalización sobre la propensión a detenerse.

Por otra parte, la concentración de la demanda de pasajeros en menos paraderos debería implicar un aumento de la proporción de detenciones bifuncionales (en que hay subidas y bajadas de pasajeros). La ventaja de éstas es que al realizarse simultáneamente al menos parte de estas

operaciones, disminuye el tiempo detenido para transferir una cantidad dada de pasajeros con respecto a operaciones unifuncionales.

Los datos relevantes en relación con estos aspectos provienen principalmente del estudio antes-después del corredor de Av. Grecia. La Tabla 2 contiene la frecuencia media de detenciones por transferencia de un bus en el tramo, indicándose el valor total y el de detenciones bifuncionales, sin y con el corredor.

**TABLA 2**  
**Frecuencia Media de Detenciones por Transferencia en Av. Grecia (det/Km)**

Sentido	Situación	Frecuencia		
		Total	Bifuncionales	%
Oriente - Poniente	Antes	1,59	0,38	23,9
	Después	1,70	0,52	30,6
Poniente - Oriente	Antes	1,73	0,40	23,1
	Después	1,70	0,58	34,1

Se observa, en primer lugar, que la frecuencia media total prácticamente se mantiene y es muy similar en ambos sentidos. Las diferencias entre situaciones no son estadísticamente significativas al nivel de confianza 95%. La frecuencia de 1,7 det/Km representa una detención cada 590 m que es muy similar a la distancia entre paraderos. Es decir, equivale a que cada bus se detenga una vez en cada paradero, confirmando la alta propensión a detenerse. Es probablemente casual que coincida con la frecuencia existente antes de la implantación del corredor segregado, habría que ver qué pasa en casos en que la frecuencia en condiciones informales es mayor que el inverso del espaciamiento entre paraderos formales.

Segundo, hay un aumento significativo (estadísticamente también) de la proporción de detenciones bifuncionales, como se esperaba. Es interesante señalar que en los paraderos formales de Providencia y Alameda estudiados, la proporción de detenciones bifuncionales es de 40 y 47,6%, respectivamente. Aunque no hay datos previos en esos lugares de dicha proporción, en otros paraderos informales con demandas comparables rara vez ella superaba el 25%. En consecuencia, es indudable que la formalización produce un aumento relativo importante de las detenciones bifuncionales, que son más eficientes.

### 3.2. Comportamiento en el área de parada

Un rasgo básico de los paraderos informales es la indefinición física de los sitios donde han de detenerse los buses y la zona (andén) en que han de esperar los pasajeros. Es lógico entonces que cuando la demanda de pasajeros es alta, estos se distribuyan a lo largo de un trecho extenso de la vereda y se produzca un proceso de recolección escalonado, que da origen a detenciones múltiples de un bus en un mismo paradero. Este fenómeno se presenta frecuentemente en tales casos; eso sí, el número medio de detenciones por bus varía significativamente de acuerdo con las condiciones específicas de demanda y del espacio vial. Con todo, en paraderos con fuerte actividad se encontró medias típicamente superiores a 1,4 det/bus, habiendo buses que se detenían hasta 5 a 7 veces en una cuadra para transferir pasajeros.

La formalización debería implicar un cambio drástico en este sentido. Lamentablemente, aquí los datos antes-después de Av. Grecia no aportan mayor información pues no hay paraderos de alta demanda en ese eje. Las observaciones realizadas en paraderos formales se presentan en la Tabla

**TABLA 3**  
**Distribución del Número de Detenciones por Transferencia**

Paradero	Período	Nº Medio	Frecuencia relativa (%)		
			1	2	3
Ahumada	Mañana	1,04	96,0	4,0	0,0
	Tarde	1,17	82,8	15,6	1,6
Santa Rosa	Mañana	1,25	71,6	26,1	2,3
	Tarde	1,32	62,5	33,6	3,9
Pedagógico	Mañana	1,09	91,6	8,0	0,4
	Tarde	1,20	83,3	15,3	1,4
Villa Olímpica	Mañana	1,17	85,6	12,4	2,0
	Tarde	1,12	88,9	10,8	0,3
Santa Beatriz	Mañana	1,06	94,5	5,2	0,3
	Tarde	1,15	87,0	12,2	0,7
Las Bellotas	Mañana	1,10	91,0	8,0	0,1
	Tarde	1,38	72,6	22,6	4,8

Se aprecia que si bien las detenciones múltiples no desaparecen, su frecuencia se hace claramente menor. Las medias más altas obedecen a situaciones especiales: en Santa Rosa, a la cercanía de la intersección semaforizada aguas abajo que produce segundas detenciones por luz roja, durante las cuales hay pasajeros que las aprovechan para subir o bajar; en Las Bellotas, a la proximidad de una salida del Metro que genera oleadas de pasajeros, sobre todo en la tarde.

Un resultado importante es que el número máximo de detenciones por transferencia se limita a 3, ocurriendo la tercera con muy baja probabilidad. Aún así, llama la atención que lleguen a producirse terceras detenciones en paraderos que tienen sólo 2 sitios demarcados.

Otro asunto relevante es el modo en que se ocupan los sitios para hacer las detenciones por transferencia. Una conducta informal se reflejará en que se usará cualquier sitio desocupado si hay uno o más clientes esperando frente a él. Se ha mostrado que, si no hay detenciones múltiples, una regla eficiente es detenerse en el sitio desocupado más próximo a la salida del área de parada (Gibson, 1995). Este debería ser el comportamiento buscado en los paraderos formales.

Hay datos al respecto, recogidos en los paraderos de Providencia y Grecia, que figuran en la Tabla 4. Pese a que en todos ellos hay dos sitios demarcados, un porcentaje significativo de las detenciones se hace en un tercero "añadido". Este porcentaje es superior al de detenciones posteriores a la primera, o sea, no es un simple correlato de la existencia de detenciones múltiples. Sin duda, el diseño de los paraderos de Providencia resultó subdimensionado; en

Grecia, con bastante menos demanda, parece ser más influyente el grado de informalidad remanente.

**TABLA 4**  
**Uso de Sitios para Operaciones de Transferencia**  
**(% de detenciones en cada sitio)**

Paradero	Período	Sitio		
		1	2	3
Pedagógico	Mañana	66,2	21,4	12,4
	Tarde	60,3	29,5	10,2
Villa Olímpica	Mañana	49,0	34,4	16,6
	Tarde	35,7	41,2	23,1
Santa Beatriz	Mañana	38,7	35,4	25,9
	Tarde	23,7	35,6	40,7
Las Bellotas	Mañana	56,0	25,1	18,9
	Tarde	33,7	30,6	35,7

Se observa que en los paraderos de Providencia hay un uso relativamente parejo de los sitios, sobre todo en la tarde, propio de una conducta informal. Al contrario, Pedagógico parece operar con la regla eficiente citada. El caso de Villa Olímpica es aparentemente extraño pero se explica porque el grupo considerado ahí es el situado más atrás en el andén (a diferencia del Pedagógico) y lo que sucede es que el espaciamiento entre ambos grupos es insuficiente, lo que limita el uso del primer sitio. Se trata pues de un defecto de diseño.

### 3.3. Tasas de transferencia

Como se ha dicho, en los paraderos informales el número de pasajeros transferidos por detención es bajo. Típicamente, fluctúa entre 1,5 y 2,5 pasajeros tanto para subidas como para bajadas. En operaciones bifuncionales este rango se mantiene para cada operación, pero se presentan ambas. Según se esperaba, los paraderos formales llevan un progreso en esta materia, como puede verse en la Tabla 5.

Es evidente que, salvo en aquellos casos en que cierta demanda es muy baja (ver Tabla 1), las tasas se mueven en un rango mucho más alto, del orden del doble. Esto es consistente con la reducción de las detenciones múltiples. Un análisis más detallado indica que la similitud de tasas entre operaciones uni y bifuncionales se mantiene.

Otro resultado interesante dice relación con las detenciones posteriores a la primera. Casi sin excepción, más de un 85% de ellas se hace sólo para subir pasajeros y la tasa de transferencia es un 40% menor que en las primeras detenciones. Esto es, la persistencia de detenciones múltiples está vinculada al interés del conductor por atraer pasajeros, ya que gana un porcentaje del boleto. Lógicamente, esto no puede corregirse sólo formalizando los paraderos. A la luz de estos datos, las detenciones secundarias resultan particularmente dañinas para la eficiencia de los paraderos.

**TABLA 5**  
**Tasas Medias de Transferencia de Pasajeros (pax/det)**

<b>Paradero</b>	<b>Período</b>	<b>Operación</b>	
		<b>Subida</b>	<b>Bajada</b>
<b>Ahumada</b>	Mañana	1,71	9,40
	Tarde	6,66	5,69
<b>Santa Rosa</b>	Mañana	3,71	3,60
	Tarde	3,64	3,29
<b>Pedagógico</b>	Mañana	3,40	3,94
	Tarde	6,30	2,16
<b>Villa Olímpica</b>	Mañana	2,98	1,78
	Tarde	2,43	1,60
<b>Santa Beatriz</b>	Mañana	1,66	2,98
	Tarde	3,46	2,09
<b>Las Bellotas</b>	Mañana	4,34	3,64
	Tarde	5,53	2,45

### 3.4. Factores de Duración de la transferencia

Las restantes variables de análisis, tiempos unitarios de transferencia y uso de puertas, necesitan ser estudiadas a partir de modelos con los que son determinadas, porque o no son directamente observables o bien dependen de otras variables. La estimación de tales modelos en paraderos informales presenta diversas dificultades de orden práctico por lo que se cuenta sólo con versiones simples producidas en estudios previos (CADE-IDEPE, 1988; CITRA, 1990).

En este estudio de paraderos formales ha sido posible examinar dichas variables con más detalle, gracias a la extensa base de datos y a la diversidad de situaciones contenidas en ella. Se logró obtener especificaciones robustas tanto para un modelo de la duración de las detenciones como para el de uso de puertas (Albert, 1997). El resultado más importante desde el punto de vista que interesa aquí es que se encontró en ambos casos que hay un conjunto de parámetros distinto para los paraderos con andén segregado (los de Alameda y Grecia) y aquellos con andén sobre la vereda y escasamente segregado del área de circulación peatonal (los de Providencia).

La especificación de los modelos es como sigue:

$$TD_i = \beta_0 + \beta_0' \partial_1 + \max_j \{ [\beta_1 + \beta_1' \partial_1 + \beta_1'' \partial_2(i)] PS_{ij} + [\beta_2 \exp(-\beta_2' PB_{ij}) + \beta_2'' \partial_3(i)] PB_{ij} \} \quad (1)$$

$$PBD_i = (\gamma_1 + \gamma_2 \partial_3(i)) PB_i + \gamma_3 \partial_2(i) + \gamma_4 \quad (2)$$

donde:

$TD_i$  = tiempo detenido por transferencia de pasajeros del bus i

$PS_{ij}(PB_{ij})$  = número de pasajeros que sube(baja) del bus i por la puerta j

$p_{BD_i}$  = número de pasajeros que bajan del bus  $i$  por la puerta delantera

$\delta_1$  = variable muda que vale 1 si el andén está congestionado durante el período correspondiente, y 0 en otro caso.

$\delta_2(i)$  = variable muda que vale 1 si al bus  $i$  suben 4 o más pasajeros, y 0 en otro caso.

$\delta_3(i)$  = variable muda que vale 1 si el bus  $i$  va lleno, y 0 en otro caso.

$\beta, \gamma$  = vectores de parámetros por estimar.

Los resultados de la estimación mediante regresión múltiple figuran en la Tabla 6.

**TABLA 6**  
**Valores Estimados de los Parámetros**

Parámetro (unidad)	Andén	
	Segregado	No segregado
$\beta_0$ (s)	--	1,17
$\beta_0'$ (s)	2,34	--
$\beta_1$ (s)	2,99	3,48
$\beta_1'$ (s)	0,40	0,34
$\beta_1''$ (s)	0,43	0,78
$\beta_2$ (s)	2,00	1,44
$\beta_2'$ (pax <sup>-1</sup> )	0,035	--
$\beta_2''$ (s)	1,14	0,76
$\gamma_1$	0,42	0,45
$\gamma_2$	--	0,04
$\gamma_3$ (pax)	-0,34	--
$\gamma_4$ (pax)	0,37	0,17

-- : no significativamente distinto de 0

Los tiempos unitarios básicos de subida ( $\beta_1$ ) y bajada ( $\beta_2$ ) con andén no segregado son muy similares a los obtenidos en paraderos informales. Como en estos últimos las tasas de transferencia son bajas, es lógico que no se haya podido capturar en ellos la influencia de variables como  $\delta_1$  y  $\delta_2$  en el tiempo de subida, ni el factor de decaimiento del tiempo de bajada ( $\beta_2''$ ). Pero es llamativo que una pobre definición física del andén baste para que la transferencia de pasajeros funcione de manera análoga a la de un paradero informal.

Ahora bien, la formalización del andén permite reducir en un 14% el tiempo unitario crítico, que es el de subida. Es interesante que en este caso haya más sensibilidad a la aparición de rasgos de informalidad al congestionarse el andén ( $\beta_0'$  y  $\beta_1'$ ).

Se ha detectado también que el tiempo de subida experimenta un alza considerable cuando suben 4 o más pasajeros. Esto ocurre porque es el conductor quien cobra el boleto; cuando suben escasos pasajeros, inicia la marcha y realiza el cobro en movimiento. Pero la capacidad de almacenaje de los peldaños de acceso es bastante limitada así que hay que cobrar a algunos pasajeros, si son numerosos, antes de partir. Este tiempo unitario adicional ( $\beta_1''$ ) es más alto si los pasajeros que suben no están concentrados en el andén, como sucede cuando éste no es segregado. Es muy probable que la influencia del sistema de cobro no se agote en este parámetro: seguramente el valor de  $\beta_1$  sería menor si el ingreso al bus fuera fluido.

En cuanto al modelo de uso de puertas, tanto la especificación de la ec.(2) como los parámetros estimados difieren notoriamente del modelo de CITRA (1990) para paraderos informales. No obstante, una característica común es que hay un alto porcentaje de las bajadas que se realiza por la puerta de subida. De hecho, en cualquier tipo de paradero esa proporción es claramente mayoritaria si bajan muy pocos pasajeros y en ninguna circunstancia cae bajo un 42%. El grado de formalización es poco influyente en esta materia. El fenómeno parece estar determinado más bien por comodidad de los pasajeros: sentarse cerca de la puerta de entrada y luego, bajarse por la puerta más cercana que, en ambos casos, es la de subida. Tal vez haya además mayor confianza en que el descenso se hará con seguridad a la vista del conductor. Estas consideraciones son reforzadas por el notable aumento detectado en el uso de la puerta trasera en buses que van llenos, sólo cuando el paradero es completamente formal (ver parámetro  $\gamma_3$ ).

En síntesis, el grado de formalidad del andén es incidente sobre la eficiencia de las operaciones de transferencia. Sin embargo, son tanto o más influyentes un buen diseño que evite que el andén se congestione y otras variables como el sistema de cobro del boleto o la ubicación y empleo de las puertas del bus.

#### 4. COMENTARIOS FINALES

Los resultados expuestos indican que los proyectos de formalización de paraderos emprendidos en Santiago han logrado mejoras significativas en algunos aspectos de su operación pero persisten fuentes de ineficiencia. Entre los avances cabe destacar la reducción de detenciones múltiples y el aumento de las tasas medias de transferencia y de la proporción de detenciones bifuncionales.

Ciertos resabios de informalidad son inducidos o, cuando menos, facilitados por defectos de diseño. En lo que respecta al área de parada, debe cuidarse más el número de sitios que corresponde asignar, el espaciamiento entre paraderos para distintos grupos de buses y entre paradero e intersección semaforizada aguas abajo. Estas decisiones pueden ser apoyadas cuantitativamente mediante la simulación de cada paradero con el programa IRENE. Por otra parte, queda de manifiesto la importancia de conferir formalidad al andén, sobre todo cuando se sitúa en la vereda. Esto comprende segregarlo, darle dimensiones adecuadas y ubicar los accesos de manera que los pasajeros que esperan se concentren frente al primer sitio de parada.

Otra dosis de informalidad o ineficiencia remanentes encuentra su origen en el sistema de cobro de la tarifa y en que parte de ésta constituye un ingreso directo para el conductor. Esto origina

detenciones adicionales para subir apenas uno o dos pasajeros, un empleo inapropiado de los sitios y un aumento del tiempo unitario de subida. Además, hace difícil poner en práctica el uso especializado de las puertas del bus. De acuerdo con los modelos estimados, esto bien puede representar que la duración de las detenciones por transferencia se alargue innecesariamente en 5 a 15 segundos, en promedio. Téngase en cuenta que un bus realiza no menos de 300 detenciones de este tipo diariamente.

Queda entonces bastante terreno por avanzar para conseguir una operación eficiente de los paraderos. Conviene advertir que cuando permanecen focos de informalidad, ésta puede irse extendiendo y causar un paulatino deterioro de las mejoras conseguidas inicialmente. De hecho, se observó en los paraderos de Providencia que había una cantidad no despreciable de buses que se detenían sin pertenecer al grupo correspondiente. Algo similar se detectó en Grecia, donde la proximidad de los andenes y la falta de señalización informativa hacen difícil la distinción entre grupos. Es imperioso elevar los estándares de diseño de esquemas de paraderos divididos así como generar mecanismos de fiscalización y seguimiento eficaces.

En definitiva, hay que reconocer que la generación de condiciones eficientes de operación en los paraderos es un problema complejo que requiere acciones diversas y persistentes. Los resultados entregados aquí proveen una base para estudiar cuantitativamente los impactos esperables de medidas adicionales a las ya adoptadas o correctoras de sus deficiencias. Con este propósito han sido incorporados en la versión 4.1 del programa IRENE.

### AGRADECIMIENTOS

La investigación reportada en este trabajo ha contado con financiamiento de FONDECYT (proyecto 1940518). Los autores agradecen también a la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte (SECTRA), mandante del estudio del que provienen los datos antes-después para el corredor en Av. Grecia.

### REFERENCIAS

Albert, L. (1997) Modelación del comportamiento en paraderos de alta demanda. Memoria de Ingeniero Civil Industrial, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

Araya, L., G. Cáceres y M. Wityk (1993) Evaluación de la implementación del sistema de paradas diferidas en Avda. Libertador Bernardo O'Higgins. **Actas del VI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte**, Santiago, 25-28 Octubre.

CADE-IDEPE (1988) Estudio de metodología de análisis y seguimiento de transporte urbano. Informe Final a la Intendencia de la Región Metropolitana, Santiago.

CITRA (1990) Estudio análisis operacional de paraderos de locomoción colectiva. Informe Final al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Santiago.