

# Ascenso y descenso de pasajeros de transporte público colectivo

## *Loading and Unloading of Public Transportation Passengers*

CARLOS FELIPE URAZÁN BONELLS\*

EDDER ALEXANDER VELANDIA DURÁN\*\*

JOSÉ ESTEBAN GUZMÁN\*\*\*

### RESUMEN

La actual prestación del servicio de transporte público colectivo, como en el caso de Bogotá, requiere una urgente acción de mejora. La propuesta del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) sugiere entre los cambios al sistema, el pago del pasaje con tarjeta prepagada en el interior del bus. No obstante, ese cambio por sí solo podría aumentar la tasa promedio de ascenso de los pasajeros respecto a la situación actual. Un cambio que mejoraría la tasa de ascenso de pasajeros es el pago anticipado al abordaje y la entrada y salida del bus a nivel, escenario que ha de pensarse en zonas de alta demanda.

**Palabras clave:** tasa de ascenso de pasajeros, pago anticipado del pasaje, Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), transporte público colectivo.

### ABSTRACT

Current public transportation services, as in the case of Bogotá, require an urgent improvement action. Among the changes to the system suggested for the Integrated Public Transportation System (SITP for its initials in Spanish) is fare payment through prepaid cards inside the bus. However, this change alone could increase the average boarding rate of passengers compared to the current situation. One change that would improve the boarding rate of passengers would be prepayment before loading and unloading the bus at ground level, a scenario that should be considered in high demand areas.

**Keywords:** Passenger boarding rate, pre-payment of tickets, Integrated Public Transportation System (SITP), public transportation.

FECHA DE RECEPCIÓN: 12 DE FEBRERO DEL 2012 • FECHA DE APROBACIÓN: 9 DE ABRIL DEL 2012

\* Doctor en Infraestructura del Transporte y del Territorio, Universidad Politécnica de Cataluña. Docente de la Universidad de La Salle, Colombia. Correo electrónico: caurazan@unisalle.edu.co.

\*\* Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, Colombia. Docente de la Universidad de La Salle, Colombia. Correo electrónico: evelandiad@unisalle.edu.co.

\*\*\* Ingeniero civil, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: joesgugo@hotmail.com.

## Introducción

Bogotá tiene una población cercana a los ocho millones de habitantes. Esta gran cantidad de personas es generadora de economía en los diferentes sectores, por ejemplo en la educación, industria, construcción, comercio, financiero, informal, servicios, entre otros. Estas relaciones económicas y sociales requieren movilizarse en todas las direcciones, todos los días y durante todo el día, ya sea en el servicio público, en bicicletas, a pie o en auto propio. Un sistema organizado y eficiente de transporte debe reducir los largos tiempos de viaje y las distancias de los viajes, así como permitir una mayor movilidad y accesibilidad a todos los habitantes de la ciudad.

La investigación realizada analiza el tiempo empleado por los usuarios para acceder y abandonar los vehículos de transporte público, en función de las características de acceso al vehículo, de la caracterización del usuario y de la franja horaria. Lo anterior llevó a realizar una investigación para analizar si la implementación de medidas como el pago con tarjeta prepagada al interior del bus, o antes de abordar, y el acceso a nivel a los buses; mejoraría significativamente en los tiempos individuales de abordaje y descenso y el tiempo total de parada.

## Antecedentes de los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros

El Highway Capacity Manual (HCM, 2000) establece un tiempo promedio de ascenso por pasajero de 2 s para buses de dos puertas, pero con pago anticipado. En el caso del pago con “una moneda” que se asemeja más a las condiciones colombianas, el tiempo asciende al rango de 2,6 a 3,0 s por pasajeros, mientras que el descenso varía entre 1,7 y 2,0 s por pasajero. Por su parte, Levinson et ál. (1975) sugieren que los tiempos de ascenso dependen principalmente del sistema de pago entre 1,5 y 2,5 s por pasajero si el pago es antes de entrar al bus, entre 2,0 y 3,0 s por pasajero si el pago es al interior con una sola moneda o ficha, y entre 3,0 y 4,0 s por pasajero si el pago es con moneda fraccionada. En el caso del descenso, plantean que la variación del tiempo depende es de la carga que lleve el pasajero: entre 1,5 y 2,5 s por pasajero si se lleva poco equipaje de mano o paquetes y entre 2,5 y 4,0 s por pasajero si la carga se considera moderada.

## Clasificación de los pasajeros

La principal consideración que se tuvo en cuenta para analizar los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros fue su clasificación en cinco categorías:

1. Niños menores. Hace referencia a niños que por su edad el subir y bajar del bus con escalones, les representa un esfuerzo adicional al de una persona adulta.
2. Personas de la tercera edad. Al igual que en el caso anterior, se hace referencia a personas que por la condición física y su edad, requieren un esfuerzo adicional para subir o bajar de un bus con escalones, respecto a una persona adulta (figura 1).



Figura 1. Pasajero de la tercera edad subiendo a un bus

Fuente: elaboración propia.

3. Usuarios con paquetes. Esta tipología de usuario hace referencia a personas en edad adulta que llevan consigo algún paquete o carga que dificulta el ascenso y descenso del bus.
4. Usuarios con carga: tipología de usuarios (niños, tercera edad, personas con paquetes de tamaño significativo, que dificultaran el ascenso o descenso al bus).
5. Usuarios en condición "adulto sin carga": son personas con plena capacidad física, que no llevan algún tipo de paquetes que dificulten su acceso o bajada del bus.

Adicionalmente a la clasificación de los pasajeros mencionada, se discriminaron los tiempos de ascenso y descenso en hora punta (6:00 a 9:00 a. m. y 5:00 a 8:00 p. m.) y en hora valle (a. m. y p. m.), con el propósito de establecer si hay variaciones relevantes en el mismo tipo de usuario a medida que cambia la condición horaria.

## Escenarios de análisis

El estudio analiza la condición de ascenso y descenso de pasajeros de transporte público en diferentes condiciones o escenarios de infraestructura:

1. Un primer escenario es el de pago del pasaje con dinero en efectivo y acceso por torniquete en la puerta delantera. El descenso se realiza por la puerta delantera o trasera, según la configuración del vehículo. Es el caso del transporte colectivo que opera actualmente en Bogotá. El acceso en este caso es a desnivel, es decir, hay escalones para subir y bajar al bus. Este es el escenario en el cual se comparó el comportamiento de los distintos tipos de pasajero. Los datos obtenidos se compararon con los dos siguientes escenarios (figura 2).



Figura 2. Pasajero subiendo a un vehículo con ascenso a desnivel

Fuente: elaboración propia.

2. Otro escenario es el de pago del pasaje con tarjeta electrónica prepagada sin contacto. El acceso se realiza por la puerta delantera y hay que validar el pago con la tarjeta para liberar el torniquete y así poder acceder al bus. Es el caso del actual servicio de alimentador de TransMilenio que opera en las estaciones

Calle 142 y Calle 146 (el servicio tiene costo adicional al pasaje del servicio troncal). En este escenario el ingreso también es a desnivel (figura 3).



Figura 3. Pasajero bajando de un vehículo con ascenso a desnivel

Fuente: elaboración propia.

3. Un tercer y último escenario de estudio es en el que el pago se realiza en el acceso a la estación o paradero, y no en el interior del bus, lo cual implica que el torniquete de acceso está en la estación y no en el vehículo. Cuando el pasajero sube al bus no debe realizar la operación de pago, ya que lo hizo previamente. Este es el caso de los servicios troncales de TransMilenio. El acceso se hace a nivel, es decir, sin escalones para acceder y bajar del bus (figura 4).



Figura 4. Pasajero validando el pasaje con tarjeta electrónica al ingresar al bus

Fuente: elaboración propia.

## Zona de estudio

El estudio se realizó sobre el corredor vial de la carrera séptima entre la calle 72 y la carrera décima, seleccionando los paraderos de manera aleatoria. Se efectuaron diez aforos de treinta minutos cada uno, para cada franja horaria. Igualmente se realizaron diez aforos en los paraderos del bus con pago electrónico en el acceso, y también en las estaciones de Transmilenio. El trabajo se realizó bajo condiciones climáticas sin lluvia y en días entre semana, con el objetivo de dar consistencia a la información y no generar valores extremos atípicos a la muestra debido a lluvia o al cambio en la demanda los fines de semana.

### Caso de pasajeros adultos “sin carga”

De manera general, las tasa de ascenso y descenso resultan similares, con un tiempo promedio de 2,12 s por pasajero. No obstante, cabe recalcar que el tiempo de descenso es levemente superior al de ascenso, el primero registra 2,18 s por pasajero y el segundo 2,07 s.

Al discriminar la información por periodos horarios, tanto el ascenso como el descenso registran los menores tiempos en la franja horaria punta p. m. (1,70 s), seguida en términos de menor tiempo o mayor rapidez del usuario para la franja valle p. m. (2,07 s). Luego, resultan más rápidos los movimientos de ascenso y descenso en la franja punta a. m. (2,18 s), y finalmente se tiene la mayor tasa (movimientos más lentos) en la franja valle a.m. (2,55 s) (figura 5).

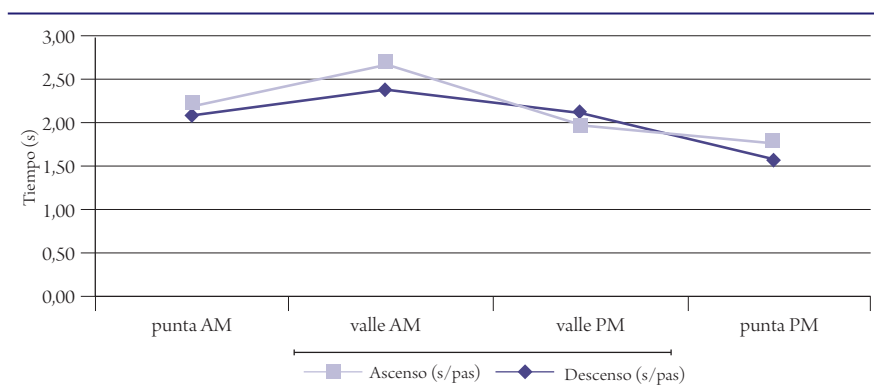


Figura 5. Tiempos promedio de ascenso y descenso en segundos por pasajero, en condición “adulto sin carga”, en transporte público colectivo

Fuente: elaboración propia.

El anterior comportamiento de tasas por franjas horarias encuentra sustento en que los viajes con mayor participación en la movilidad bogotana tienen como motivo: el regreso a la residencia (44 %) (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009), teniendo como consecuencia una gran concentración horaria de la demanda, que sumada al cansancio físico del fin de jornada (laboral o académica) y el consecuente deseo de llegar pronto a casa, llevan al usuario del transporte público a apresurar el ascenso y descenso de los buses.

Los motivos de viaje que siguen con mayor participación son: trabajo y estudio, con un 39 % (25 y 14 %, respectivamente) (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009). Estos viajes se realizan principalmente en horas de la mañana y tienden a mayor dispersión en el tiempo, pues en el caso de los estudiantes universitarios, no todos se desplazan en hora punta, situación que es más frecuente en los viajes laborales. De acuerdo con lo anterior, los ascensos y descensos al bus suelen ser más lentos, es decir, presentan una mayor tasa o tiempo por pasajero. No obstante, cabe recalcar que los movimientos en hora punta a. m. son más rápidos que en hora valle a. m., debido al afán que implica el llegar temprano al trabajo o a clase. Otro aspecto a destacar es que si bien los tiempos de ascenso y descenso son similares en cada franja horaria, la tendencia es a que los tiempos de descenso son mayores que los de ascenso, en un promedio de un 5 %.

### ***Caso de pasajeros de la tercera edad***

Para las personas de la tercera edad solo se registraron datos en horas valle. En este caso se presenta una diferencia significativa entre las tasas de ascenso y descenso. En promedio, el descenso tarda un 74 % más de tiempo que el ascenso (3,40 s por pasajero y 4,65 s por pasajero, respectivamente). Por otro lado, no hay una diferencia significativa entre los tiempos para las dos franjas horarias, pues la tasa de ascenso en valle a.m. y en valle p.m. son: 3,60 y 3,20 s por pasajero; y las tasas de descenso en ese mismo orden son: 4,30 y 5,00 s por pasajero.

Comparativamente, los usuarios de la tercera edad ascienden al bus a una tasa 1,5 veces más lenta, y descienden a una tasa dos veces más lenta, que aquellos pasajeros en condición “adulto sin carga”.

### ***Caso de pasajeros niños menores***

Al igual que en el caso de los usuarios de la tercera edad, los registros obtenidos para niños menores fueron solo en hora valle. Los datos resultantes fueron: 2,50 s por pasajero promedio para ambas franjas horarias valle. Esto implica una diferencia de solo un 10 % de demora respecto a los pasajeros “adultos sin carga” (2,27 s por pasajero).

### ***Caso de pasajeros adultos “con carga”***

Esta tipología de usuario hace referencia a personas en edad adulta que llevan consigo algún paquete o carga que dificulta el ascenso y descenso del bus. En este caso se obtuvo registro para la franja horaria valle a.m., tanto en ascenso como en descenso (2,70 y 3,00 s por pasajero, respectivamente).

Al comparar las anteriores tasas con la de pasajeros en condición adulto “sin carga”, el ascenso es un 13 % más lento y el descenso un 11 % más lento para la condición de pasajero con carga. La mayor demora en el ascenso se debe al paso del torniquete, que es posiblemente la mayor incomodidad al momento de maniobrar con el paquete o carga que lleva el usuario.

### ***Comparación entre las distintas condiciones de pasajeros***

Al analizar comparativamente la tasa de ascenso para las distintas condiciones de pasajeros en hora valle, el valor promedio es de 2,72 s por pasajero. Los adultos sin carga y los niños menores suben al bus de manera más rápida que el promedio. Por su parte, los adultos con carga registran un valor cercano al promedio, mientras que los pasajeros de la tercera edad es la población que asciende al bus de manera más lenta, por encima de la tasa promedio (figura 6).

Respecto de las tasas de descenso, el valor promedio registrado fue 3,17 s por pasajero. Los adultos con carga y sin carga y los niños menores son las tipologías de pasajero que bajan del bus más rápido que el promedio. Por otro lado, los usuarios de la tercera edad tardan más en bajarse del bus: aproximadamente 1,50 veces respecto del valor promedio (figura 7).



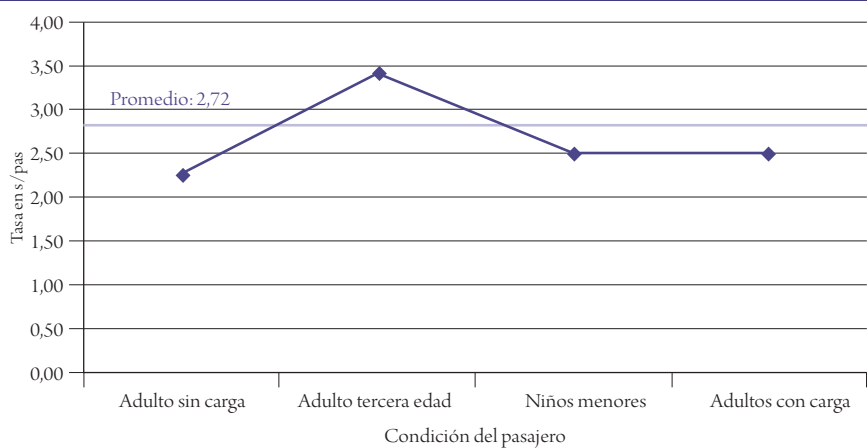


Figura 6. Tasa promedio de ascenso al transporte público colectivo en Bogotá, para pasajeros de distintas condiciones

Fuente: elaboración propia.

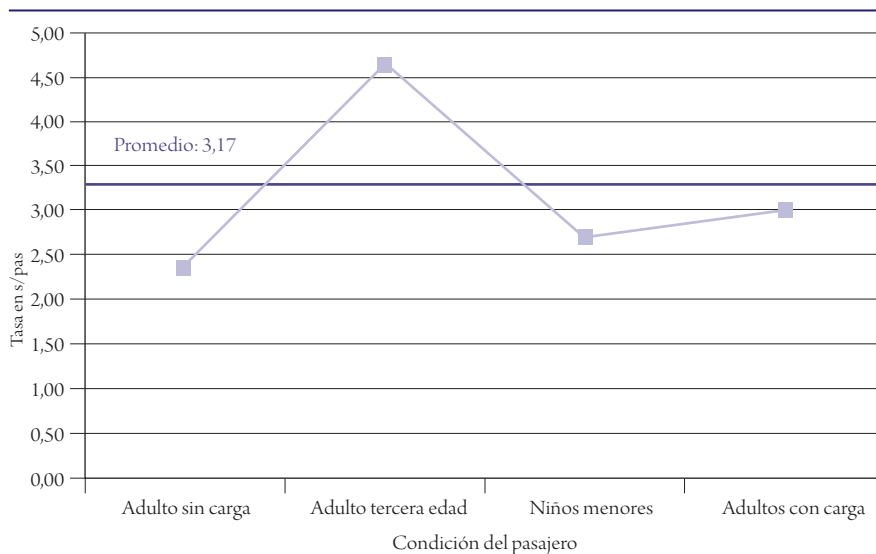


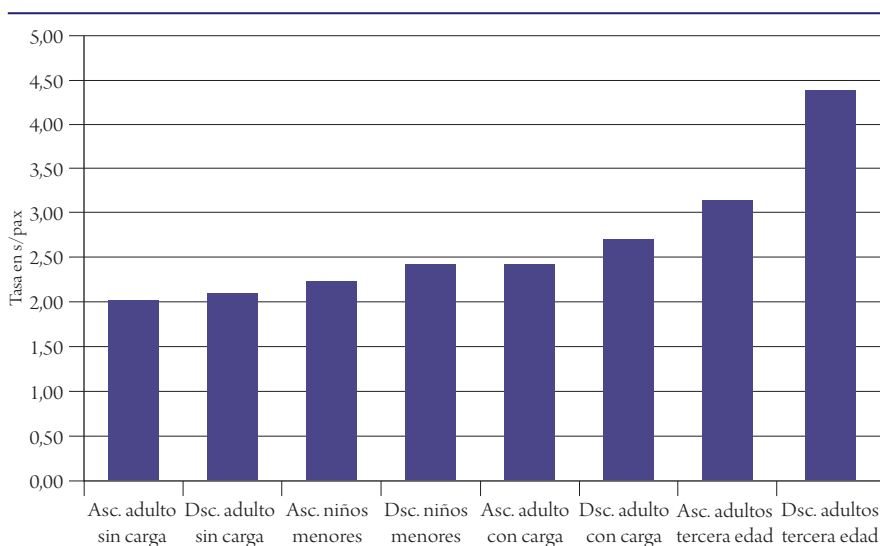
Figura 7. Tasa promedio de descenso al transporte público colectivo en Bogotá, para pasajeros de distintas condiciones

Fuente: elaboración propia.

### ***Incidencia de las tipologías de pasajeros en el tiempo de parada***

De acuerdo con las tasas mencionadas previamente, los ascensos suelen ser más rápidos que los descensos en cada una de las tipologías de pasajero. Sin embargo,

no todos los pasajeros suben o bajan del bus a velocidades similares. Los usuarios más rápidos en ascenso y descenso son los adultos sin carga, seguido por los niños menores, los adultos con carga y, finalmente, las personas de la tercera edad son las que suben y bajan del bus más lentamente (figura 8).



**Figura 8. Tasa promedio de ascenso y descenso al transporte público colectivo en Bogotá, para diferentes condiciones de pasajero**

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, si se considera que los tiempos de parada del transporte público colectivo se ven afectados principalmente a los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros, se ha de tener presente que una alta proporción de población de la tercera edad influiría en demorar el tiempo de parada, especialmente en las paradas donde se presentan más descensos que ascensos.

Por otro lado, pagar el pasaje en la entrada del bus empleando tarjeta prepago sin contacto —y el hecho de que el ascenso y descenso no sean a nivel, es decir, se sube y se baja por medio de los escalones del bus— contribuye a mayores tiempos de parada. Esta afirmación se deduce de la comparación de tiempos de ascenso y descenso de pasajeros en el sistema TransMilenio (a nivel), donde se ha cuantificado la tasa promedio de abordaje y desembarque en 2 s por pasajero.

## ***Efecto del torniquete en el acceso al bus***

En algunas situaciones, la presencia del torniquete en el acceso al vehículo influye en la tasa de abordaje, pues el paso por el torniquete representa 1,5 s en promedio por persona. En el caso del actual sistema de transporte colectivo, donde no hay largas filas para subir al bus, el efecto de eliminar el torniquete no afecta significativamente la tasa de ascenso de pasajeros pues en promedio pueden subir dos personas sin haber pasado por el torniquete, permitiendo que le bus reinicie el recorrido.

Sin embargo, en el caso del pago del pasaje con tarjeta prepagada, para luego superar el torniquete de abordaje al bus, el efecto del torniquete se hace significativo. Como se ha mencionado, en promedio el paso por el dispositivo requiere de 1,50 s por pasajero, cifra que reduciría la tasa de abordaje promedio de 3,00 a 1,50 s por pasajero.

## ***Ascenso con tarjeta prepago sin contacto***

Para el análisis de este escenario se tomó información del servicio de alimentador de Transmilenio que sirve a la estación Calle 142, servicio en el que el pago se hace con tarjeta prepago sin contacto al ingresar al bus, luego de subir los escalones y antes de pasar por el torniquete.

Debido a que la espera para el ascenso de este tipo de servicio de transporte se realiza mediante filas ordenadas, se puede inferir que la tasa registrada de 3,00 s por pasajero no ha de variar significativamente para usuarios diferentes a adultos sin carga. Al analizar comparativamente las tasas, el pago con tarjeta prepago aumenta en un 32 % para los pasajeros adultos sin carga, un 20 % para los niños menores, un 11 % para los adultos con carga (figura 9).

## ***Ascenso a nivel con pago anticipado***

Esta situación corresponde al caso de los buses articulados en estaciones de los corredores troncales de TransMilenio. El acceso es a nivel (no hay escalones para acceder o salir del vehículo) y el pago es anticipado porque no se realiza en el interior del bus (situación del esquema tradicional con pago en efectivo y del alimentador con pago mediante tarjeta prepago).

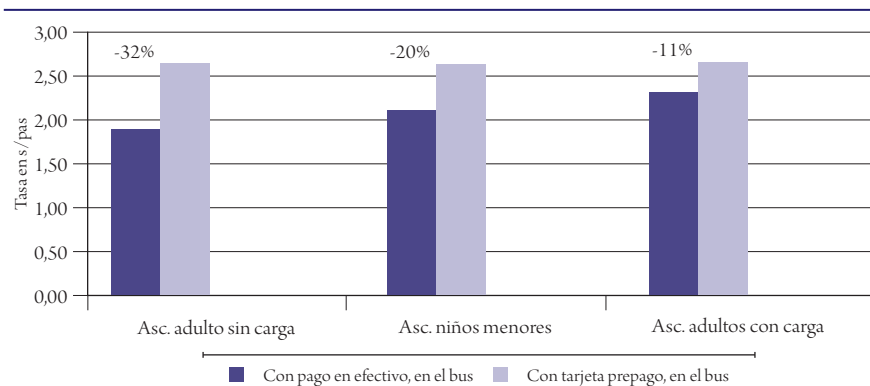


Figura 9. Ahorro porcentual en tiempo de ascenso y descenso, en buses de transporte público con pago en efectivo, y con tarjeta prepago; ambos dentro del bus

Fuente: elaboración propia.

En este caso la tasa promedio de ascenso y descenso se registró en horas valle y se llegó a un valor promedio por pasajero de 2,00 s por pasajero. Esta tasa presenta ventajas comparativas con las demás tasas medidas en horas valle para ascensos y descensos a desnivel: la tasa ahorra entre un 12 y el 15 % de tiempo por pasajero para adultos sin carga, entre un 20 y el 25 % para niños menores, entre un 26 y 33 % para adultos con carga. Finalmente, los mayores beneficios son para los usuarios de la tercera edad con un ahorro de 41 % en ascenso y un 57 % en descenso (figura 10).

## Conclusiones

Las tasas de ascenso y descenso de pasajeros a un bus de transporte público está influenciada por cuatro aspectos:

1. La condición física del usuario, representada principalmente en la edad, algún tipo de discapacidad física (no evaluado en esta investigación), y en la facilidad de subir o bajar del vehículo, en función de si lleva carga moderada o no.
2. El afán que lleva el usuario en su viaje. Este aspecto se ve influenciado por el momento horario, que suele tender a más velocidad al subir y bajar del bus en las denominadas horas punta, asociado a los desplazamientos al trabajo y estudio, seguido de los desplazamientos al hogar.

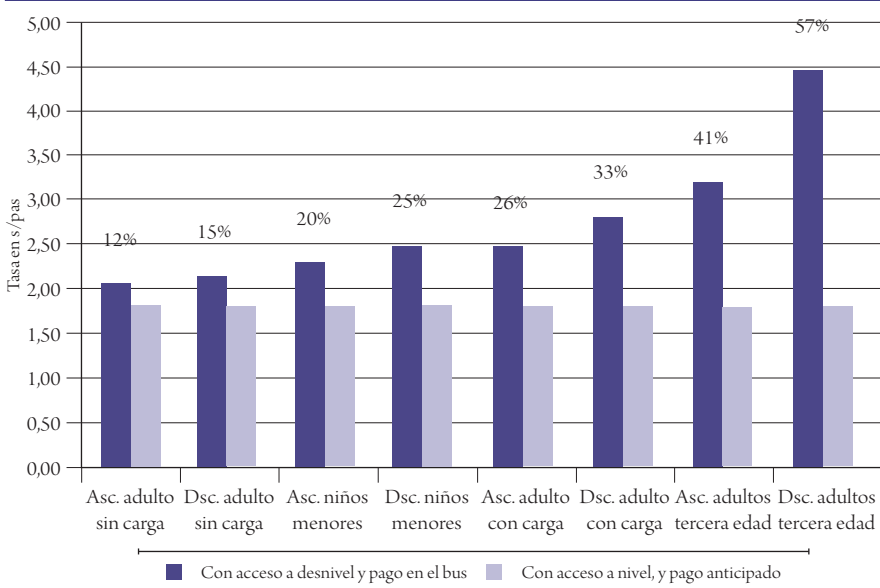


Figura 10. Ahorro porcentual en tiempo de ascenso y descenso, en buses de transporte público con acceso a nivel, y con acceso a desnivel

Fuente: elaboración propia.

- El mecanismo de realizar el pago del pasaje. Este aspecto se diferencia en dos situaciones: si el pago se realiza antes del ingreso al bus o en el interior, y si el pago se realiza en el interior del bus: con moneda en monto no diferenciado, o con monto fijo, ticket, o tarjeta prepagada.
- El torniquete de acceso al bus resta competitividad al uso de la tarjeta prepagada en cuanto al tiempo requerido para ingresar al vehículo.
- La facilidad de subir o bajar del bus en función de si el acceso es a nivel o no.

Si se aplica el mecanismo de pago anticipado con acceso a nivel, se ahorra entre un 12 y 15 % de tiempo por pasajero respecto al pago en efectivo al interior del bus y acceso a desnivel para adultos sin carga; y se tienen los mayores beneficios para los usuarios de la tercera edad con un ahorro de 41 % en ascenso y un 57 % del tiempo en descenso. Si se aplican mecanismos para el pago con tarjeta prepago al interior del bus, el tiempo de ascenso aumenta 32 % para los pasajeros adultos sin carga, 20 % para los niños menores y 11 % para los adultos con carga.

En relación con las cifras anteriores, la estrategia de cambio en la actual operación del transporte público colectivo que opera con pago en efectivo al interior del bus y ascenso y descenso a desnivel, sería la de generar el pago antes de realizar la fila para el ascenso y que este fuese a nivel con el propósito de reducir el tiempo de abordaje y desembarque de pasajeros, mejorando el índice de satisfacción del usuario. De otro lado, si la propuesta de cambio es el pago al interior del bus con tarjeta prepagada y torniquete, los tiempos de ascenso y descenso por pasajero aumentarían, reduciendo la calidad del servicio en el tiempo de parada, sin desconocer las ventajas que trae el pago electrónico del pasaje frente al pago en efectivo.

Finalmente, un mecanismo de abordaje para el transporte colectivo, que redujera las tasas de ascenso y descenso, sería aquel con pago electrónico anticipado en estación o parada, que evite el registro de pago y, aún más, la necesidad de torniquete de abordaje, como es el caso de las denominadas “estaciones tubo” en la ciudad de Curitiba (Brasil) o los paraderos tipo “corral”.

## Referencias

- Alcaldía Mayor de Bogotá (2009). *Decreto Distrital 309*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2005). *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y transporte*. Bogotá.
- Cámara de Comercio de Bogotá (s. f.9). *Observatorio de Movilidad No. 5*. Recuperado de <http://camara.ccb.org.co/contenido/contenido.aspx?catID=721&conID=3222>.
- Highway Capacity Manual (2000). Transportation Research Board. Washington.
- Levinson, H. S.; Adams C. L. y Hoey, W. F. (1975). Bus Use of Highways Planning and Design Guidelines. *Informe del NCHRP (155)*.
- Molineró, Á. y Sánchez, I. (2002). *Transporte público. Planeación, diseño, operación y administración*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.