

ANALISIS DE NIVELES DE SERVICIO EN TRANSPORTE PUBLICO

J. de D. Ortúzar S., A.M. Ivelic Z. y A. Candia B.
Departamento de Ingeniería de Transporte
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 306, Santiago 22, Chile

RESUMEN

A fin de racionalizar el sistema de locomoción colectiva de Santiago, e introducir restricciones al uso indiscriminado del automóvil, la autoridad requiere contar con buena información acerca de la percepción que tienen usuarios y potenciales usuarios del sistema acerca de las distintas variables de nivel de servicio experimentadas, y la importancia que le asignan.

En este trabajo se presentan los principales resultados metodológicos de un estudio diseñado con estos propósitos. En éste se realizaron primeramente tres tipos de encuesta para, respectivamente, identificar, jerarquizar y finalmente calificar, a las variables de servicio más relevantes para usuarios y potenciales usuarios del sistema de transporte público de Santiago (con énfasis en la locomoción colectiva de superficie). La primera fue una encuesta de tipo Delphi, en dos etapas, a un selecto grupo de especialistas, con el objetivo de identificar las variables más importantes y sugerir métodos de medición para aquellas de naturaleza más subjetiva. La segunda fue una encuesta semi-estructurada a 'grupos focales' de viajeros (tanto de punta como de fuera de punta) de distinto nivel socioeconómico, sexo y lugar de residencia, con el fin de complementar y validar los resultados de la encuesta anterior. La tercera fue una encuesta estructurada a una muestra bastante mayor de usuarios de todos los medios de transporte público disponibles en la ciudad, con el objetivo de escoger un máximo de ocho variables (para la etapa final del estudio) las que también fueron calificadas (de 1 a 7) por los entrevistados.

La última parte del estudio consideró una encuesta de preferencias declaradas a una muestra también significativa de usuarios de punta y fuera de punta, con el objeto de estimar los factores de ponderación de cada variable en el vector de nivel de servicio. Todos estos análisis, junto con los resultados de un ejercicio consistente en medir en la práctica los valores de estos atributos para una muestra de servicios de buses, permitieron al equipo de trabajo realizar un diagnóstico de la operación del sistema desde el punto de vista de los usuarios.

1. INTRODUCCION

La cantidad de automóviles particulares en Santiago ha aumentado en aproximadamente cuatro veces durante los últimos quince años, lo que traducido a cifras da un total cercano a los 500.000 vehículos. Esto, sumado a los 13.500 buses y taxibuses (organizados en 400 líneas) y a los 4.000 taxis colectivos (operando en alrededor de 200 líneas), produce graves problemas de congestión en gran parte de la ciudad durante los períodos punta de la mañana y de la tarde. Por otra parte, los contaminantes emitidos por los buses y taxibuses, han contribuido a generar altos índices de polución, excediendo los límites permisibles durante largos períodos del año. Lo anterior se debe a la antigüedad de una gran proporción del parque vehicular y a la mala mantención de sus motores (además el tamaño de la flota es excesivo para los 4,5 millones de habitantes que tiene Santiago). Sin embargo, la locomoción colectiva no es el único agente contaminante, Santiago también presenta altos índices de contaminación, por efecto de los gases tóxicos emitidos por los automóviles, tales como monóxido de carbono y óxido de nitrógeno. Esta situación se ve agravada por las características geográficas y climáticas de la ciudad.

Este trabajo está basado en un estudio realizado por CADE consultores y el Departamento de Ingeniería de Transporte de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Sus dos objetivos principales fueron: primero, identificar las variables relevantes de nivel de servicio para usuarios y potenciales usuarios del sistema del transporte público de superficie de la ciudad de Santiago, y segundo, determinar una jerarquización de importancia de dichas variables. La muestra de individuos con que se trabajó, fue estratificada de acuerdo al ingreso de los encuestados, período del día en que realizaban sus viajes, sexo y localización espacial en la ciudad. Objetivos secundarios fueron conocer la opinión de los usuarios respecto a la influencia que tiene el sistema de transporte colectivo en la contaminación ambiental y respecto a posibles soluciones al problema; finalmente, se procuró medir en forma objetiva las variables relevantes de nivel de servicio para una muestra representativa de las líneas de transporte público que operan en la ciudad.

Los capítulos que se presentan a continuación están organizados de la siguiente manera: el capítulo dos describe los tres tipos de encuestas orientadas a identificar las variables relevantes de nivel de servicio y a establecer su orden jerárquico; el capítulo tres resume los principales resultados obtenidos, y por último, el capítulo cuatro presenta nuestras conclusiones más importantes.

El estudio incluyó además una profunda revisión bibliográfica que no se detallará debido a la falta de espacio. No obstante las principales referencias consultadas se presentan al final del trabajo.

2. METODOLOGIA

2.1 Identificación de Variables Relevantes de Nivel de Servicio

a) Encuesta Delphi

El objetivo de esta experiencia fue obtener una primera aproximación al problema de identificar las variables más importantes que caracterizan el nivel de servicio de la locomoción colectiva. Se seleccionó un grupo de 23 especialistas en el área (académicos, consultores, dirigentes y operadores de la locomoción colectiva y representantes del Ministerio de Transportes) los que fueron invitados a participar en una encuesta con dos etapas.

En la primera fase se consultó a los participantes cuáles eran, en su opinión, las variables más relevantes de nivel de servicio del transporte público de superficie y, distinguiendo según el nivel de ingreso de los usuarios, cómo relacionarían aquellas variables de tipo cuasi-subjetivo (por ejemplo comodidad y confiabilidad) con características operacionales del servicio ofrecido, y qué método sugerirían para medirlas. Además, se les consultó acerca de las características de los viajes o de los individuos que según ellos incidirían en la percepción del servicio. En la segunda fase de la encuesta se presentó a los participantes una lista con todos los atributos mencionados en la primera fase para cada nivel de ingreso, y se les solicitó seleccionar los más significativos.

La Tabla 1 muestra los resultados finales de este ejercicio, vale decir, la jerarquización de importancia de los atributos para cada grupo de ingreso, según la opinión del panel de expertos.

Tabla 1: Variables relevantes de nivel de servicio para usuarios de distintos niveles de ingreso

Variable	Ranking de Importancia		
	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Costo del viaje	1	1	7
Tiempo de espera	2	2	2
Tiempo de caminata	3	4	5
Tiempo de viaje	4	3	1
Seguridad	5	5	4
Confiabilidad	6	7	6
Penalidad de transbordo	7	8	8
Comodidad	8	6	3
Fluidez	9	9	10
Estilo de conducción	10	10	11
Patrón de paradas	11	14	14
Uso alternativo del tiempo	12	11	12
Aspecto y actitud del chofer	13	12	9
Emisión de contaminantes	14	13	13

El panel identificó, además, las siguientes características como determinantes de las diferencias en la percepción de las variables de nivel de servicio:

- Condición física (niños, ancianos y minusválidos vs otros)
- Horario de llegada a destino (rígido vs flexible)
- Período en que se realiza el viaje (punta vs fuera de punta)
- Usuarios con/sin acceso a auto y con/sin acceso al metro

b) Encuesta semiestructurada

Este ejercicio tuvo como finalidad conformar una lista de variables de nivel de servicio de la locomoción colectiva, relevantes para los usuarios, que complementara o ampliara aquellas decantadas en la encuesta Delphi. Un equipo de cuatro investigadores (entrenados por un psicólogo) entrevistó a un total de 65 individuos, organizados en 13 grupos de cinco personas. Las reuniones con los diferentes grupos fueron concertadas a través de sus parroquias o por contactos con gente conocida, y tuvieron una duración promedio de 1,5 horas. Los individuos se eligieron de tal manera que a lo menos dos tercios fueran usuarios de transporte público, a lo menos un tercio fueran viajeros de fuera de punta, y a lo menos un tercio correspondieran a personas de sexo femenino. A fin de detectar posibles diferencias de percepción según ingreso y localización espacial de los hogares de los individuos, se consideró encuestar a personas de ingreso bajo y medio en los sectores Norte, Sur y Poniente del Gran Santiago (15 individuos por sector), y a individuos de ingreso medio y alto en el sector Oriente (10 personas por estrato). La homogeneidad con respecto a estas categorías constituyó el criterio básico de formación de los grupos. Sin embargo, se consideró importante que algunos de ellos fueran heterogéneos con respecto a la variable sexo, a fin de contrastar opiniones y actitudes. En la Tabla 2 se detallan las características de los distintos grupos generados.

Tabla 2: Composición de los grupos para encuestas focales

Grupo	Sector	Ingreso	Sexo	Período de viaje	Modo más usual
1	Norte	Bajo-Medio	M	H.P.	Tpte. Público
2	Norte	Bajo-Medio	M/F	H.P.	Tpte. Público
3	Norte	Bajo-Medio	M/F	F.P.	Tpte. Público
4	Sur	Bajo-Medio	M	H.P.	Tpte. Público
5	Sur	Bajo-Medio	M/F	H.P.	Tpte. Público
6	Sur	Bajo-Medio	M/F	F.P.	Tpte. Público
7	Poniente	Bajo-Medio	M	H.P.	Tpte. Público
8	Poniente	Bajo-Medio	M/F	H.P.	Tpte. Público
9	Poniente	Bajo-Medio	M/F	F.P.	Tpte. Público
10	Oriente	Bajo-Medio	M/F	H.P.	Tpte. Público
11	Oriente	Bajo-Medio	M/F	F.P.	Tpte. Público
12	Oriente	Alto	M	H.P.	Tpte. Privado
13	Oriente	Alto	F	F.P.	Tpte. Privado

Las conversaciones sostenidas fueron grabadas en medios magnéticos; la información acerca de las variables relevantes se obtuvo en base a opiniones espontáneas o inducidas, al apoyo que éstas recibían (unanimidad, mayoría o minoría) y al número de veces que los atributos fueron mencionados durante el encuentro. La lista de variables obtenida en la experiencia Delphi fue utilizada en este ejercicio como un medio de revitalizar la conversación en los momentos en que ésta decaía, y para contrastarlas con las variables mencionadas por los encuestados. Este estudio dió lugar a una redefinición de algunas de las variables iniciales, según se describe a continuación:

- Comodidad: se desagregó en dos componentes, comodidad asociada al nivel de ocupación y comodidad asociada a las características del vehículo. La primera considera dos situaciones de interés: viaje sentado y viaje de pie; la segunda pretende captar el efecto sobre el usuario del estado del vehículo (apariencia, calidad de los asientos, limpieza, ruidos, etc.).
- Seguridad: en este caso se definieron tres variables de interés, riesgo de accidentes, seguridad interna (asociada a robos en el interior del vehículo) y seguridad externa (asociada a robos y asaltos en la caminata hacia y desde el paradero, y durante la permanencia en éste).
- Confiabilidad: se separó en dos componentes, variabilidad del tiempo de viaje y variabilidad del tiempo de espera.
- Tiempo de Caminata: se definió una variable adicional a ésta, que se denominó "Caminata", cuya intención era captar el agrado (o desagrado) que la caminata de acceso o egreso le produce al usuario.

En cuanto a características que determinarían diferencias de percepción en los usuarios, es posible señalar que la combinación origen-destino juega un papel importante, puesto que determina el abanico de alternativas de locomoción colectiva disponibles para realizar el viaje. Un aspecto en que se observaron diferencias de percepción según el sector de residencia, es la seguridad externa; en efecto, este factor fue mencionado con mayor frecuencia por los habitantes de sectores periféricos de la ciudad y de bajo nivel socioeconómico. Con respecto al ingreso, su importancia quedó de manifiesto, observándose diferencias de valoración entre usuarios de distintos estratos en variables como el costo, la comodidad y la seguridad. El período del día en que se realiza el viaje resultó ser otro factor importante, ya que las condiciones (y por ende, su valoración) varían significativamente entre los períodos punta y fuera de punta. Por último, la estratificación por sexo no parece ser importante. Sólo se observó que las mujeres otorgan mayor importancia al nivel de ocupación, relacionado con las molestias ocasionadas por el contacto físico con el sexo opuesto.

A continuación se presentan las doce variables finalmente seleccionadas para ser evaluadas por los usuarios en la siguiente etapa del estudio (encuesta estructurada); como se puede apreciar, no se incluyeron todas las variables redefinidas debido a la dificultad tanto para medirlas objetivamente como para describirlas de manera clara a los usuarios.

- Uso alternativo del tiempo
- Aspecto y actitud del chofer
- Comodidad asociada al nivel de ocupación
- Comodidad asociada a las características del vehículo
- Costo de viaje
- Tiempo de viaje en el vehículo
- Tiempo de espera
- Posibilidad de viajar sentado
- Riesgo de accidentes
- Tiempo de caminata
- Variabilidad del tiempo de viaje
- Variabilidad del tiempo de espera

2.2 Determinación de la Importancia de las Variables de Nivel de Servicio

a) Encuesta estructurada

El principal objetivo de esta encuesta fue obtener una jerarquización de las variables anteriores, a fin de seleccionar aquellas que se utilizarían en el ejercicio final de preferencias declaradas. Sin embargo, durante la etapa de diseño del instrumento de medición, apareció un objetivo secundario: obtener una calificación (entre 1 y 7) para cada atributo, relativa a la percepción de su calidad actual en los viajes de cada individuo.

Se tomó una muestra estratificada de 690 usuarios de buses o taxibuses. Los estratos (18 en total) se definieron en base al sector de residencia de los individuos (áreas Norte, Sur, Oriente y Poniente de Santiago), al nivel de ingreso (bajo, medio y alto; el último sólo en la parte Oriente de la ciudad) y al período del día en que se realizaba el viaje (punta o fuera de punta); se muestreó un mínimo de 30 observaciones por estrato. Las encuestas correspondientes a viajes en hora punta se efectuaron en los lugares de trabajo de los encuestados, en tanto las encuestas de fuera de punta se realizaron en los hogares de los entrevistados. Adicionalmente, se tomó una muestra de 70 obreros y 60 estudiantes para verificar si existían sesgos en la percepción de estos dos grupos. Finalmente, se encuestó a una muestra de 275 usuarios de metro y 208 usuarios de taxi colectivo, a los que sólo se les solicitó calificar con una nota de 1 a 7 cada uno de los atributos de nivel de servicio, tanto para su modo elegido como para el sistema de buses y taxibuses.

La información obtenida fue examinada por período y grupo de ingreso, ya que un análisis estadístico de los datos mostró que no había diferencias de apreciación de acuerdo a la localización espacial de los encuestados. En la Tabla 3 se presenta el número de observaciones en cada estrato para ambos períodos del día. Como se puede ver, las encuestas efectuadas en el lugar de trabajo resultan mucho más eficientes que aquellas realizadas en el hogar, en el sentido de que se logran mucho más encuestas válidas para el mismo tiempo de encuestador.

Tabla 3: Composición de la muestra

Categoría	Usuarios de Bus	Usuarios de Metro	Usuarios de Taxi Colectivo
<u>Período Punta</u>			
Ingreso bajo	192	69	35
Ingreso medio	192	70	57
Ingreso alto	33	12	8
Obreros	73	-	-
Estudiantes	61	-	-
<u>Período Fuera de Punta</u>			
Ingreso bajo	121	57	39
Ingreso medio	121	52	58
Ingreso alto	30	16	11

b) Encuesta de preferencias declaradas

La última etapa del estudio consistió en someter a una muestra de 284 individuos a dos juegos de preferencias declaradas, con cuatro atributos cada uno, a fin de estimar los pesos de cada variable en el vector de nivel de servicio. El considerar dos juegos, se debe a que en la encuesta estructurada se seleccionaron finalmente siete atributos, y no es recomendable someter a los individuos a trabajos de elección entre opciones que varíen más de cinco atributos a la vez. El experimento se diseñó manteniendo la variable costo de viaje en ambos juegos, a fin de tener una base común para apreciar diferencias de importancia.

Las variables consideradas en el primer juego fueron las siguientes:

- Costo del viaje, con dos niveles (0 y 30% de incremento)
- Tiempo de viaje en el vehículo, con tres niveles (-15%, 0 y 15%)
- Variabilidad del tiempo de espera, con dos niveles (0 y 1)
- Riesgo de accidentes, con tres niveles (de pie en una máquina nueva, de pie en una máquina vieja y colgando)

y las correspondientes al segundo juego fueron:

- Costo del viaje, con los mismos niveles anteriores
- Tiempo de espera, con tres niveles (-50%, 0 y 50%)
- Pasajeros de pie en el vehículo, con tres niveles (sentado, de pie con pocos pasajeros y de pie muy apretado)
- Comodidad, con tres niveles (bus nuevo y limpio, liebre nueva y limpia y micro vieja, sucia y ruidosa)

Como se puede observar, no se consideró recomendable tener en un mismo juego a las variables

"Tiempo de espera" y su variabilidad. Además, se procuró mezclar variables tradicionales y más fáciles de medir, como "Tiempo de viaje" o "Tiempo de espera", con otras más subjetivas, como "Seguridad" y "Comodidad".

Los juegos fueron diseñados y ejecutados con la ayuda del programa Game Generator, desarrollado por la firma consultora inglesa Steer Davies Gleave. Esto permitió construir situaciones específicas para cada encuestado a partir de las características de los viajes que experimenta regularmente (tiempo de viaje, tiempo de espera y costo del viaje). El diseño dió lugar a nueve opciones por juego (combinaciones de atributos y sus niveles), las que fueron combinadas en 14 pares de tarjetas. Los encuestados debían elegir una tarjeta de cada par presentado; los resultados fueron analizados posteriormente utilizando un modelo logit simple. Previo a este análisis, se efectuaron una serie de pruebas de consistencia de los datos (por ejemplo, elección de opciones dominantes por transitividad), eliminando contradicciones puntuales, o la encuesta completa en caso que presentara muchos errores. En la Tabla 4 se presenta el total de datos obtenidos luego de la validación.

Las encuestas en ambos períodos se efectuaron en los lugares de trabajo; en el caso fuera de punta se eligieron grandes tiendas por departamento, ubicadas en las zonas centro y oriente de la capital, en donde los empleados entran a trabajar después de la punta de la mañana (alrededor de las 10 am).

Tabla 4: Conjunto de datos utilizados en la calibración de los modelos logit

Categoría	Hora Punta	Fuera de Punta	Estudiantes
<u>Juego 1</u>			
Ingreso bajo	587	-	
Ingreso medio	1065	1145	
Ingreso alto	225	-	
Total	1877	1145	438
<u>Juego 2</u>			
Ingreso bajo	597	-	
Ingreso medio	1039	1137	
Ingreso alto	234	-	
Total	1870	1137	479

Para obtener indicadores de la importancia de cada atributo que fueran comparables entre sí, se calcularon las elasticidades directas de la probabilidad de elección de cada una de las alternativas con respecto a los atributos que las caracterizan. Como las alternativas en este caso no son opciones distintas en el sentido normal de la palabra (por ejemplo, no son medios distintos),

posteriormente se calculó una elasticidad promedio única por atributo, ponderando la elasticidad de cada alternativa por la proporción de individuos que la elegían de acuerdo al modelo.

Para establecer un orden de importancia entre los siete atributos, se refirieron todas las elasticidades a la del costo, considerando esta última como el promedio de la obtenida en cada juego.

3. PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

3.1 Resultados de Jerarquización

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos a partir de la jerarquización de las doce variables de nivel de servicio que los usuarios de hora punta debieron confeccionar en la encuesta estructurada. Los valores representan el lugar promedio que ocupó cada variable en la jerarquización. Como se observa, existe dispersión entre ellos, lo que significa que hay cierto consenso de opinión acerca de la importancia de cada variable entre los usuarios de este período.

Tabla 5: Ranking promedio para cada variable, período punta

Variable	Muestra Total	Nivel de Ingreso			Muestras Adicionales	
		Bajo	Medio	Alto	Obreros	Estudiantes
Riesgo de accidentes	4,9	5,1	4,6	4,7	5,6	6,8
Comodidad	5,4	5,9	5,1	4,7	5,7	7,1
Aspecto y actitud del chofer	5,5	5,5	5,3	6,3	6,4	6,8
Costo del viaje	5,8	5,1	6,3	7,7	3,2	4,3
Tiempo de espera	6,1	6,5	5,9	4,9	7,5	5,4
Tiempo de viaje	6,6	6,5	6,6	6,7	6,1	5,1
Pasajeros de pie	6,7	7,1	6,4	5,8	7,4	6,6
Var. del tiempo de espera	7,3	7,5	7,2	5,9	8,3	6,5
Posib. de viajar sentado	7,4	7,4	7,4	7,8	7,4	7,2
Var. del tiempo de viaje	8,4	8,6	8,2	7,9	9,2	7,1
Tiempo de caminata	9,3	8,9	9,7	9,4	8,2	8,6
Uso alternativo del tiempo	9,9	9,8	9,8	11,9	8,8	9,5

Estos resultados son muy interesantes y además confirman la percepción que se tenía a priori acerca de la importancia relativa de la mayoría de las variables. Si bien tenemos razones que permiten sustentar las diferencias observadas, no se hará mención a ellas debido a la falta de espacio.

Después de un detenido análisis se seleccionaron para la siguiente etapa las siete variables discutidas en la sección previa; éstas corresponden, en general, a aquellas rankeadas en los primeros lugares. La excepción la constituye la variable "Aspecto y actitud del chofer", que no fue seleccionada a pesar de su importancia en la jerarquización, debido a dos razones: primero,

dada la dificultad que reviste su medición objetiva, y segundo, el equipo de estudio nunca estuvo realmente convencido de que esta variable formara parte del vector nivel de servicio.

3.2 Resultados de las Calificaciones

Como ya se indicó, las notas variaban entre 1 (muy malo) y 7 (excelente). Sin embargo, a fin de simplificar la interpretación de los resultados, éstas se agregaron en dos categorías: malo o regular (notas 1 a 4) y bueno o excelente (nota 5 a 7). La Tabla 6 presenta los porcentajes de usuarios de cada medio de transporte público (hora punta) que calificaron como malo o regular los 12 atributos de nivel de servicio. Como se puede apreciar, si bien los usuarios de buses y taxibuses tienen una opinión sumamente desfavorable de este servicio, no ocurre lo mismo en el caso de los usuarios de metro y taxi colectivo, respecto de estos medios.

Tabla 6: Porcentaje de usuarios de cada medio que califica como regular o malo los atributos de cada servicio, en el período punta

Variable	Buses y Taxibuses	Metro	Taxi Colectivo
Riesgo de accidentes	66	13	12
Comodidad	59	5	18
Aspecto y actitud del chofer	67	-	11
Costo del viaje	54	7	14
Tiempo de espera	49	7	28
Tiempo de viaje	49	5	9
Pasajeros de pie	70	35	-
Var. del tiempo de espera	55	10	22

Es importante destacar que un 70% de los encuestados calificó como buena o excelente la variable "Tiempo de caminata" (probablemente por este motivo no se percibió como variable importante en la jerarquización), y 78% de los encuestados declararon preferir que buses y taxibuses pararan sólo en paraderos establecidos. La única excepción la constituyeron los estudiantes, que en un 80% declararon preferir el sistema de parada "a pedido" actual.

En la Tabla 7 se comparan los porcentajes de entrevistados que calificaron como regular y malo el servicio de buses y taxibuses en el período punta, diferenciando entre usuarios de bus y taxibus por nivel de ingreso, usuarios de metro y usuarios de taxi colectivo. Como se puede ver, la percepción general de los usuarios es básicamente mala, con la excepción del "Costo" y "Tiempo de espera" para los usuarios de ingreso medio y alto, y de los usuarios habituales de taxi colectivo. Tampoco fueron evaluados tan negativamente el "Tiempo de viaje" por los usuarios de buses y taxibuses de ingreso medio y bajo, y la "Variabilidad del tiempo de espera" por los usuarios de taxi colectivo.

Tabla 7: Porcentaje de usuarios que califica como regular o malo los atributos del servicio de buses y taxibuses, en el período punta

Variable	Usuarios Buses y Taxibuses			Usuarios Metro	Usuarios Taxi Colect.
	IB	IM	IA		
Riesgo de accidentes	65	68	63	70	61
Comodidad	56	61	74	68	41
Aspecto y actitud del chofer	69	65	70	68	50
Costo del viaje	64	46	43	63	34
Tiempo de espera	52	45	47	60	33
Tiempo de viaje	49	48	60	62	55
Pasajeros de pie	68	72	66	65	57
Var. del tiempo de espera	58	51	56	57	48

Es importante destacar que se efectuaron otros análisis estratificando por localización espacial, sexo y edad, sin encontrarse diferencias importantes.

La Tabla 8 presenta resultados similares a los de la Tabla 6 para usuarios del período fuera de punta. Como se puede apreciar, nuevamente los usuarios de buses y taxibuses revelan una opinión sumamente desfavorable de este servicio, en tanto los de metro y taxi colectivo continúan teniendo una visión positiva de estos medios.

Tabla 8: Porcentaje de usuarios de cada medio que califica como regular o malo los atributos de cada servicio, en el período fuera de punta

Variable	Buses y Taxibuses		Taxi Colectivo
	Buses y Taxibuses	Metro	
Riesgo de accidentes	73	11	15
Comodidad	58	8	14
Aspecto y actitud del chofer	64	-	12
Costo del viaje	62	5	10
Tiempo de espera	61	8	15
Tiempo de viaje	60	3	7
Pasajeros de pie	65	22	-
Var. del tiempo de espera	65	10	16

Es interesante destacar, por su consistencia con la intuición, las peores calificaciones asignadas por los usuarios de buses y taxibuses a las variables "Riesgo de accidentes", "Costo del viaje" y "Variabilidad del tiempo de espera", en relación a las condiciones del período punta. Sin embargo, la obvia mejoría en la variable "Pasajeros de pie" en este período no se ve reflejada por una calificación substancialmente mejor para este atributo. También es interesante mencionar que en este período más del 70% de los encuestados califica como buena o excelente la variable "Tiempo

de caminata", más de dos tercios de los entrevistados considera buena o excelente la idea de contar con cobrador en los servicios de buses y taxibuses, y cerca del 80% declara preferir que los vehículos de locomoción colectiva sólo se detengan en paraderos establecidos.

Finalmente, la Tabla 9 presenta comparaciones similares a la Tabla 7 para usuarios del período fuera de punta.

Tabla 9: Porcentaje de usuarios que califica como regular o malo los atributos del servicio de buses y taxibuses, en el período fuera de punta

Variable	Usuarios Buses y Taxibuses			Usuarios Metro	Usuarios Taxi Colect.
	IB	IM	IA		
Riesgo de accidentes	75	72	73	69	54
Comodidad	48	64	73	64	38
Aspecto y actitud del chofer	63	58	87	61	55
Costo del viaje	68	61	40	61	32
Tiempo de espera	59	63	60	66	28
Tiempo de viaje	61	58	67	68	40
Pasajeros de pie	64	58	80	60	59
Var. del tiempo de espera	64	64	66	68	39

Como se puede ver, en la mayoría de los casos los resultados observados para usuarios del período fuera de punta difieren de los observados en el período punta; por ejemplo:

- Existe una evaluación menos negativa de la variable "Comodidad" por parte de los usuarios de ingreso bajo de buses y taxibuses, y de las variables "Tiempo de viaje" y "Variabilidad del tiempo de espera", por parte de los usuarios de taxi colectivo.
- Hay una evaluación más negativa de las variables "Aspecto y actitud del chofer", "Tiempo de espera" y "Pasajeros de pie", por parte de los usuarios de buses y taxibuses de ingreso alto, y de las variables "Costo", "Tiempo de espera" y "Tiempo de viaje", por parte de usuarios de ingreso medio del mismo servicio, y de la "Variabilidad del tiempo de espera" por parte de usuarios del metro.

Finalmente, cabe destacar que los resultados de estratificaciones alternativas, particularmente por localización espacial, arrojaron esta vez resultados con mayores diferencias que en el período punta.

3.3 Resultados Preferencias Declaradas

Los principales resultados, en términos de jerarquización de las variables de nivel de servicio de acuerdo a sus elasticidades promedio (asignando valor 1 a la variable con menor importancia relativa en cada caso), se presentan en las Tablas 10 y 11 para los usuarios de hora punta y fuera

de punta respectivamente. Dentro de los primeros se distinguen además los tres niveles socioeconómicos. Los usuarios del período fuera de punta son todos de ingreso medio. También se presentan los resultados para la muestra de estudiantes.

Tabla 10: Importancia relativa que asignan los usuarios de hora punta a los atributos según el nivel de ingreso

Ingreso bajo		Ingreso medio		Ingreso alto	
Costo	29,50	Tiempo de viaje	5,04	Tiempo de viaje	2,62
Tiempo de viaje	9,85	Costo	4,88	R. accidentes	1,72
R. accidentes	6,13	R. accidentes	2,86	Tiempo espera	1,67
Comodidad	4,47	Comodidad	2,01	Comodidad	1,54
Tiempo espera	2,50	Var.t.espera	1,65	Costo	1,45
Pasajeros de pie	1,06	Tiempo espera	1,62	Var.t.espera	1,41
Var.t.espera	1,00	Pasajeros de pie	1,00	Pasajeros de pie	1,00

Tabla 11: Importancia relativa que asignan los usuarios de hora punta y estudiantes a los atributos

Usuarios hora fuera de punta		Estudiantes	
Tiempo de viaje	4,31	Tiempo de viaje	4,16
Costo	2,76	Costo	3,33
R. accidentes	2,15	R. accidentes	1,91
Comodidad	1,71	Tiempo espera	1,53
Var.t.espera	1,31	Comodidad	1,11
Pasajeros de pie	1,00	Pasajeros de pie	1,00

Una ventaja interesante de estas jerarquizaciones, es que además del orden de importancia ofrecen la posibilidad de conocer cuán deseable o decisiva es cada variable respecto a las demás. Así, por ejemplo, para usuarios de ingreso medio en hora punta la "Comodidad" es dos veces más importante que los "Pasajeros de pie en el vehículo", y para los de ingreso bajo el "Costo del viaje" es casi treinta veces más importante que la "Variabilidad del tiempo de espera".

Es interesante destacar que las tres características más importantes en casi todos los casos son: "Tiempo de viaje", "Costo del viaje" y "Riesgo de accidentes"; la excepción se presenta en el caso del estrato de ingreso alto en el cual, como era de esperar, el costo del viaje reduce su importancia.

Finalmente, al comparar estos resultados con los provenientes de la encuesta estructurada, se observa que si bien ambas jerarquizaciones no son idénticas, son bastante similares. Por ejemplo,

las cuatro variables más importantes son las mismas en el estrato de ingreso bajo, y en los restantes al menos tres de las más importantes se repiten en ambos casos, aunque su orden no es exactamente el mismo.

4. CONCLUSIONES

Una serie de encuestas nos permitieron identificar un conjunto de doce atributos de nivel de servicio considerados relevantes por los usuarios de transporte público en Santiago. Estos estudios nos permitieron elegir, además, las siete variables más importantes para un análisis posterior de preferencias declaradas. Esas variables incluyen la mayoría de los típicos atributos utilizados en modelos de elección modal, como el costo de viaje y los tiempos de viaje y espera. La única excepción es el tiempo de caminata, que no fue considerada suficientemente importante, probablemente porque el sistema actual provee de una gran cobertura espacial. El resto de las variables son de naturaleza más subjetiva, pero de una u otra forma han sido mencionadas y analizadas (por ejemplo, seguridad, comodidad y confiabilidad) en la literatura.

El estudio ha permitido además efectuar un interesante diagnóstico de la situación actual del sistema desde el punto de vista del usuario. Las calificaciones otorgadas por los encuestados a las doce variables, dejan en evidencia la insatisfacción de los usuarios de buses y taxibuses con el servicio que reciben actualmente. No ocurre lo mismo con los usuarios de metro y taxi colectivo, los que manifiestan gran satisfacción con respecto a sus servicios. A través de las encuestas también pudimos conocer otros aspectos importantes, como el deseo mayoritario de los usuarios de cambiar el actual sistema de parada "a pedido del pasajero", por el sistema "sólo en paraderos establecidos", menos flexible pero más eficiente.

Finalmente, otros aspectos del estudio que no han sido mencionados en este trabajo, pero que son probablemente relevantes para los estudiosos del tema, son el diseño de métodos de medición apropiados para cada variable y su implementación en terreno sobre una muestra de líneas de buses y taxibuses en la ciudad. Esto permitió al equipo de estudio realizar un diagnóstico objetivo del sistema, que fué contrastado con las opiniones dadas por los propios usuarios. Una encuesta adicional, también parte del estudio, consistió en conocer la opinión que tienen los actuales usuarios del sistema acerca de la contaminación ambiental, sus causas y posibles soluciones. Estas últimas se situaron en torno a las proposiciones o acciones recientes realizadas por autoridades, y a aquellas medidas más comentadas por los medios de comunicación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la importante colaboración recibida de parte de Enrique Strobl, Luis Vega y Ronald Zamora de CADE Consultores, Pablo Valenzuela y Fernando Vergara del Departamento de Ingeniería de Transporte, y Daniel Fernandez del Ministerio de Transporte, quien participó como contraparte técnica del estudio.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, W.G. y Grimm, L.G. (1980) Development and application of performance measures for a medium-sized transit system. **Transportation Research Record 746**, 8-13.
- Benjamin, J. (1986) Utilization of attitudinal measurement techniques to analyse demand for transportation methods, applications and new directions. En Dutch Ministry of Transport and Public Works (Eds.), **Behavioural Research for Transport Policy**. VNU Science Press, Utrecht.
- Chang, Y.B. y Stopher, P.R. (1981) Defining the perceived attributes of travel modes for urban work trips. **Transportation Planning and Technology 7**(1), 55-65.
- Koppelman, F.S. y Lyon, P.K. (1981) Attitudinal analysis of work/school travel. **Transportation Science 15**(3), 233-254.
- Koppelman, F.S. y Pas, E.I. (1980) Travel choice behaviour: models of perceptions, feelings, preference and choice. **Transportation Research Record 765**, 24-33.
- Golob, T.F., Canty, E.T., Gustafson, R.L. y Vitt, J.E. (1972) An analysis of consumer preferences for a public transportation system. **Transportation Research 6**(1), 81-102.
- McKnight, C.E., Pagano, A.M. y Paaswell, R.E. (1986) Using quality to predict demand for special transportation. En Dutch Ministry of Transport and Public Works (Eds.), **Behavioural Research for Transport Policy**. VNU Science Press, Utrecht.
- Neveu, A.J., Koppelman, F.S. y Stopher, P.R. (1979) Perceptions of comfort, convenience and reliability for the work trip. **Transportation Research Record 723**, 59-63.
- Nicolaidis, G.C. (1975) Quantification of the comfort variable. **Transportation Research 9**(1), 55-66.
- Paine, F.P., Nash, A.N., Hille, S.J. y Brunner, G.A. (1969) Consumer attitudes toward auto versus public transport alternatives. **Journal of Applied Psychology 53**(6), 472-480.
- Prashker, J.N. (1979) Mode choice models with perceived reliability measures. **Transportation Engineering Journal of ASCE 105**(TE3), 251-262.
- Spear, B.D. (1976) Generalized attribute variable for models of mode choice behaviour. **Transportation Research Record 592**, 6-11.
- Stopher, P.R., Spear, B.D. y Sucher, P.O. (1974) Toward the development of measures of convenience for travel modes. **Transportation Research Record 527**, 16-32.
- Van der Reis, P. (1985) The transferability of rating scales techniques to transport research in a developing country. En E.S. Ampt, A.J. Richardson and W. Brög (Eds.), **New Survey Methods in Transport**. VNU Science Press, Utrecht.

