ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Ibañez Veizaga, Fabricio Fernando; Espinoza Vásquez, Lourdes M.

Working Paper

Estimación del efecto Mohring en el sistema de transporte masivo Pumakatari de la ciudad de La Paz

Documento de Trabajo, No. 05/16

Provided in Cooperation with:
Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), Universidad Católica Boliviana

Suggested Citation: Ibañez Veizaga, Fabricio Fernando; Espinoza Vásquez, Lourdes M. (2016) : Estimación del efecto Mohring en el sistema de transporte masivo Pumakatari de la ciudad de La Paz, Documento de Trabajo, No. 05/16, Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC), La Paz

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/176623

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Instituto de Investigaciones Socio Económicas

Documento de Trabajo No. 05/16
Septiembre 2016

Estimación del Efecto Mohring en el Sistema de Transporte Masivo Pumakatari de la Ciudad de La Paz

por:
Fabricio Fernando Ibañez Veizaga
Lourdes Espinoza Vásquez

Estimación del Efecto Mohring en el Sistema de Transporte Masivo Pumakatari de la Ciudad de La Paz

Fabricio Fernando Ibañez Veizaga
Lourdes Espinoza Vásquez

Resumen

El trabajo busca determinar la posible presencia del denominado efecto "Mohring" dentro del sistema de transporte masivo Pumakatari implementado por el Gobierno Municipal de La Paz el año 2014. Se parte estimando una función de utilidad, fundamentada en la teoría de las elecciones discretas y en la teoría de la utilidad aleatoria de McFadden (1974), que en su modelación incorpora diferencias de costos de viaje, diferencia de tiempos de viaje y tiempos de espera así como las características socioeconómicas de una muestra de usuarios. Se estiman tres modelos Probit con dos alternativas de elección *Bus Pumakatari y otro modo de transporte* concluyendo que no existen evidencias que respalden la presencia del efecto Mohring en el sistema de transporte masivo Pumakatari.

Palabras clave: Efecto Mohring, Sistema de transporte, Utilidad Aleatoria.

Abstract

The current documents attempts to establish the possible presence of the "Mohring" effect on the Pumakatari mass transport system created by the Municipal Government of La Paz on 2014. It begins estimating the utility function, as established on the theory of discreet elections and McFadden's theory of random utility (1974) , which incorporates differences on the trip costs , times and wait times as well as the socio economical characteristics of an user group. As a result, three Probit models are estimated with two alternatives *Pumakatari Bus* and other transport

Key words: Mohring Effect, Transport System, Random Utility.
Clasificación/Clasification JEL: L91, L92, R40, R41

1. Introducción

Los servicios de transporte surgen en respuesta a la necesidad que tienen los individuos de realizar actividades que implican desplazamientos. La demanda en este sector se caracteriza por ser cualitativa y diferenciada, ya que existen viajes por múltiples razones, en distintos horarios y que pueden realizarse en distintos modos de transporte. Respecto a la oferta, el servicio de transporte se caracteriza por ser un servicio no almacenable pudiendo presentarse desequilibrios entre la cantidad ofertada y la demandada debido a la existencia de periodos con demanda alta y demanda baja. La implementación de un sistema de transporte tiene por tanto el objetivo de satisfacer la demanda mediante la provisión de una oferta que responda a sus necesidades.

El presente trabajo estima el denominado efecto Mohring dentro del sistema de transporte masivo *Pumakatari* implementado por el gobierno municipal el año 2014. Este efecto captura la externalidad positiva que se da cuando los operadores responden a incrementos de la demanda mediante el incremento de frecuencias, lo cual permite a todos los usuarios un mejor ajuste de la oferta a sus preferencias en términos de horarios.

Un aspecto importante observado con la introducción del *Pumakatari* es que antes de cumplir el primer año de operación se presentó un incremento del 25 % de usuarios atendidos.

En relación de otras investigaciones que estiman el efecto Mohring, la presente investigación parte de un análisis de los determinantes de la demanda de este servicio. El modelo propuesto se fundamenta en la teoría de la utilidad aleatoria (McFadden; 1974, Domencich y McFadden, 1975) que incorpora tanto las características de los modos de transporte que se tienen como alternativa como las características propias del individuo, por lo tanto, la utilidad definida incorpora la diferencia de costos de viaje de las alternativas, la diferencia de tiempos de viaje, la diferencia de tiempos de espera y las características socioeconómicas de los usuarios encuestados.

Se realiza las estimaciones de tres modelos, los cuales parten del modelo denominado base, en el cual solo se incorpora las características del modo de transporte. En los otros dos modelos se incorporan las características socioeconómicas de los individuos pudiendo elegir el modelo que mejor explica los determinantes en la elección de este modo de transporte, y por ende, que capture la información más relevante dentro de la elasticidad calculada para la diferencia de tiempos de espera, que determina la posible presencia del efecto Mohring en el sistema.

2. La Teoría de la utilidad aleatoria

Dentro del problema de la modelización de la demanda bajo alternativas discretas, es relevante contemplar determinados aspectos que influyen en las decisiones del individuo tales como:

- Definición de la unidad que toma decisiones.
- Determinación del conjunto de elección.
- Selección de los atributos que explican la utilidad de cada alternativa (*j*).
- Determinación de la regla de decisión que sigue la unidad tomadora de decisiones.

La teoría de la utilidad aleatoria, planteada por McFadden (1974), es la base teórica para el análisis empírico del problema de las elecciones discretas. Cuando se modeliza las decisiones de los individuos y se obtiene, de manera empírica, la Función de Utilidad Indirecta (FUI), no se cuenta con información perfecta; es decir, no es posible observar todos los factores que influyen en el proceso de elección. Por ejemplo, puede existir el caso en que dos individuos con el mismo conjunto de alternativas disponibles, bajo las mismas condiciones para realizar un determinado viaje y con características socioeconómicas idénticas, elijan diferentes alternativas. Es por esto que la teoría probabilística se constituye en la solución a este problema, dado que contempla el efecto de factores de naturaleza aleatoria. Por eso se define una función de utilidad con dos componentes:

1. Componente observable
Este componente está determinado tanto por el vector de características de la alternativa como por el vector de características socioeconómicas del individuo, ambos conjuntos de características tienen la capacidad de ser medibles.

2. Componente no observable
Incorpora las diferentes fuentes de aleatoriedad

El vector de características de las alternativas es, por defecto, incompleto y no existe la posibilidad de medir el conjunto total de elementos que el individuo considera en sus decisiones. En tal sentido la función de utilidad aleatoria puede representársela de la siguiente manera:

$$U_{jn} = V(Q_{jn}, S_n) + \varepsilon(Q_{jn}, S_n) = V_{jn} + \varepsilon_{jn} \qquad (1)$$

Donde:
V_{jn},, es el componente observable
ε_{jn}, es el componente no observable

Tanto el componente observable como el no observable dependen de las características de las alternativas (Q_{jn}) y de las características socioeconómicas del individuo (S_n).

Al tratar la utilidad como una variable aleatoria, se dice que el individuo *n* elegirá la alternativa *j* en su conjunto de opciones disponibles, *Cn*, con probabilidad igual a:

$$P(j|C_n) = \Pr\left[V_{jn} + \varepsilon_{jn} \geq V_{in} + \varepsilon_{in}, \forall\, i \in C_n\right] \qquad (2)$$

$$P(j|C_n) = \Pr\left[\varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn} \leq V_{jn} - V_{in}, \forall\, i \in C_n\right] \qquad (3)$$

Se podrán obtener distintos modelos de utilidad aleatoria según las diferentes hipótesis de la distribución de probabilidad conjunta para el término de perturbación.

En la especificación de la parte observable, se distinguen dos tipos de variables: en primer lugar, las características de la alternativa *j* para el individuo *n*, (tiempo de viaje, coste del viaje, confort, seguridad) y en segundo lugar, el vector de variables socioeconómicas que caracterizan al individuo *n (*renta, posesión o no de vehículo, tamaño del hogar, edad, sexo, ocupación, nivel de estudios).

3. El efecto Mohring

Este efecto es tipificado como una externalidad positiva que establece que "*…una mayor disponibilidad de servicios, derivada de una demanda creciente, permite a los usuarios un mejor ajuste entre sus preferencias de horarios de salida y la oferta que realizan las empresas."*[1]

Es claro que lo anterior permite relacionar las características de las economías de red con la tarificación en el servicio de autobuses. El objetivo del autor es demostrar que el sistema de transporte funcionará de manera óptima si la externalidad generada puede ser internalizada mediante la imposición de un subsidio.

Al respecto, Per Van Reeven (2008), plantea un modelo en cual existe una sola firma que suministra el servicio de transporte, considera que la demanda es totalmente inelástica y que existe un precio de corte. La conclusión a la que llega es que las economías de escala, independientemente del tipo de usuario, no constituyen una justificación para el subsidio al transporte público si se permite que el monopolista tome el efecto de la frecuencia sobre los costos de espera de los usuarios al determinar su tarifa.

Basso y Jara Diaz (2010) plantean un modelo que asume una demanda que no es totalmente inelástica y las valoraciones son heterogéneas. Este modelo, al contemplar valoraciones heterogéneas, respalda el planteamiento de Mohring.

Van Reeven junto a Karamychev (2010), como respuesta a las críticas de Basso y Jara Diaz, plantean un modelo con itinerarios en el servicio de transporte y le agregan heterogeneidad en la valoración de los viajes. Estos autores demuestran que bajo un nivel de heterogeneidad crítica, un monopolista ofrece mayores frecuencias que la socialmente óptima, pero sobre ese nivel crítico ofrece menores frecuencias que el socialmente óptimo. De esa manera, Reeven mantiene la idea que las economías de escala no justifican el subsidio.

Andrés Lobo (2011), discute las anteriores posiciones concluyendo que el debate iniciado por Van Reeven en 2008, no es relevante para la aplicación en políticas públicas. Este autor aborda el tema dando mayor importancia a lo relativo con la organización de la industria que a lo referido a temas tarifarios. Lobo, al analizar la realidad europea y la americana, determina que el efecto Mohring está condicionado al nivel de desarrollo de infraestructura y la configuración de las redes, ya que ve inútil establecer un subsidio si el sistema de transporte no es capaz de adaptarse a los cambios generados por la desviación de demanda.

Para el caso europeo (Londres), el sistema de transporte funciona de manera más eficiente bajo condiciones de competencia y no es necesario establecer un subsidio, ya que al contar con infraestructura adecuada, el alto porcentaje de transporte privado que circulan por las vías no representa un obstáculo para el transporte público. En cambio, en el caso latinoamericano (Chile – Colombia), el sistema de transporte funciona de manera más eficiente bajo condiciones de monopolio regulado. En Chile se observa que la implementación del subsidio, efectivamente, incrementa la demanda de transporte público y, de esa manera, las vías se favorecen de un menor nivel de congestionamiento.

Ana Matas (2001) realiza aproximaciones a los principales determinantes de la demanda de transporte en el área metropolitana de Barcelona, plantea una función de

[1] Ginés de Rus, Javier Campos, Gustavo Nombela (2004), Economía del Transporte (p. 346) , Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

demanda que tiene su origen en la teoría de la utilidad aleatoria de McFadden. Matas parte considerando viajes que tienen como destino final el trabajo lo que permite suponer un número fijo de viajes en el corto plazo, además por la importancia que los individuos le asignan a este tipo de viajes.

Aunque el modelo de utilidad aleatoria permite tener una probabilidad de elección independiente del ingreso del individuo, Matas considera que la renta influye en las decisiones de los individuos y por ello toma como proxy el nivel de cualificación de la actividad económica a la cual se dedican los individuos dividiéndolos en no cualificado, cualificado y cualificado superior.

En la construcción del modelo, Matas agrupa las opciones de transporte en dos conjuntos, privado y público, este último incluye metro, ferrocarril y autobús. Sin embargo, esta manera de agrupar las opciones de transporte es una de las debilidades más importantes en el planteamiento del modelo, ya que los tres modos de transporte presentan características totalmente diferentes. Por otra parte, el tiempo de espera se divide en dos variables: la primera, hace referencia al tiempo que se espera al primer medio; y la segunda, toma un valor positivo en caso de que el individuo realice transbordos en dos modos de transporte diferentes, es decir que no se contempla el caso de metro-metro.

Respecto a los determinantes de la demanda, los resultados obtenidos son:

- Las variables socioeconómicas (sexo, edad, nivel de actividad económica y relación con la cabeza de familia) son escasamente significativas pero los coeficientes presentan el signo esperado.
- Las personas que corresponden al grupo de nivel de cualificación superior muestran mayor preferencia por el transporte privado, se explica por posibles ingresos más altos.
- Las personas que se consideran cabeza de familia tiene mayor probabilidad de elegir transporte privado, *ceteris paribus* las demás variables.
- La utilidad marginal del tiempo es parecida para las personas no cualificadas y cualificadas (nivel en actividad económica). La utilidad marginal del tiempo es más alta en personas que presentan una cualificación superior, lo que lleva a considerar que la relación entre la renta y el valor del tiempo no es lineal.

4. El transporte público en la ciudad de La Paz

Por la manera en la que surgen los modos de transporte en la ciudad de La Paz producto de acontecimientos que se dan en el país[2] y la ineficiencia al momento de controlar y ordenar este crecimiento en el sector, en la actualidad el transporte en la ciudad de La Paz se considera como uno de los problemas más importantes, ya que la calidad de vida tanto de operadores como de usuarios se ve en detrimento al no poder tener un sistema que responda a las necesidades de ambos agentes.

Para observar la realidad en la cual se desenvuelve esta actividad en la ciudad, a continuación se citan algunos datos relevantes del último informe para el sector de transporte publicado por el INE en el año 2009:

- La demanda total supera los 1.300.000 viajes/día. Del total de estos viajes, el 75% se realiza en transporte público, 10% en transporte particular y 15% a pie.

[2] Relocalización y cierre de minas en 1985, Gobierno del Presidente Víctor Paz Estenssoro

- Los minibuses (tomando en cuenta los de tipo Carry) constituyen el 45% del transporte público.
- En la década 2000-2010 el incremento de vehículos para el servicio de Minibús fue del 137%.
- De las 282 líneas que operan legalmente, 100 (35%) lo hacen entre La Paz y El Alto; el 85% pasa por la zona Central y 153 (54%) lo hace por la plaza Pérez Velasco.
- En la zona central se tiene una velocidad promedio entre 3 y 7 Km./h a lo largo de la jornada, con un breve pico en el horario de 12:00 a 13:00

Respecto a infraestructura, la información más relevante que proporciona el INE es la siguiente:

- La ciudad cuenta con unos 300 Km. de vías principales, red conformada por 162 Km. de vías asfaltadas (54%), 49 Km. adoquinadas (16%), 72 Km. empedradas (24%) y 17 Km. de tierra (6%).
- El 90% de las vías no cuentan con el mantenimiento adecuado. Además el centro urbano cuenta con más del 95% de vías asfaltadas, sin embargo, su red vial está básicamente estructurada con anchos de vía de siglos pasados, con flujos crecientes que superan su capacidad, altas pendientes y sufre progresivamente la invasión del comercio informal, creando problemas a la circulación, tanto peatonal como vehicular.

A esta problemática en la cual se encuentra el sector del transporte público de la ciudad, el Gobierno Municipal realizó una serie de medidas para poder mitigar los problemas de congestión, siendo algunas de ellas las siguientes:

– Restricción vehicular.
– Construcción de los puentes trillizos.
– Implementación de las Cebras con el fin de mejorar la educación vial.
– Implementación de la guardia municipal de transporte con el fin de hacer respetar las normas viales.
– Modernización del centro paceño con la implementación de semáforos modernos.
– Implementación del transporte masivo *Pumakatari*.

Todas estas medidas se dieron gracias a que en agosto del año 2011 se promulgó la Ley Nacional de Transporte Público que determina que los gobiernos municipales regulan el transporte público y privado en su jurisdicción. Por otra parte, establece que las autoridades municipales pueden determinar las tarifas del transporte público.

5. Estimación del efecto Mohring

Para estimar el efecto Mohring, se toma como base la teoría aleatoria propuesta por McFadden (1971) que plantea un modelo de elección discreta. Este tipo de modelos, también conocidos como modelos de respuesta cualitativa, permiten trabajar con datos individuales lo que evita una pérdida de información y permite realizar estimaciones reduciendo significativamente el sesgo de las valoraciones de los cambios en la oferta de transporte. La consistencia entre el modelo de elección discreta y la maximización de la utilidad aleatoria requiere que esta función sea aditiva separable en la renta, el término estocástico y el resto de variables, una vez especificada esta función se obtiene las funciones de utilidad indirecta de cada alternativa.

Se analizan dos alternativas de modo de transporte para realizar el viaje, la primera es el bus *Pumakatari* y la segunda cualquier otro modo de transporte público (*TransporteP)*, dentro de los cuales se contempla al Minibús, Micro, Trufi, Taxi y Radiotaxi. Si bien la segunda alternativa agrupa modos de transporte con características que no son plenamente homogéneas, lo relevante es que todos estos modos de transporte operan en ausencia de una red lo que impide ver por ejemplo un sistema de paradas. Por las características del transporte público de la ciudad de La Paz, en algunos casos las rutas no son cubiertas al 100% debido al incumplimiento del compromiso tácito entre operadores y usuarios, por lo que el individuo se enfrenta a una alternativa de transporte que opera dentro de una red, con paradas fijas y que además conoce con anticipación los tiempos aproximados de espera y la frecuencia de los buses, con una opción de transporte que no opera dentro de una red donde la experiencia indica un tiempo aproximado de espera y donde no se tiene información de la cantidad de vehículos que operan, según los horarios, en cada ruta.

Esta especificación es relevante para poder estimar el efecto Mohring porque al considerarse un efecto de red, solo es posible estimarlo para modos de transporte que operan dentro de un sistema.

Definidas las alternativas a las cuales se enfrenta el individuo, las funciones de utilidad indirecta para un individuo *i* pueden ser representadas de la siguiente manera:

$$V_{iPumaKatari} = X_i \beta_{PumaKatari} + Z_{iPumaKatari} + u_{iPumaKatari}$$

$$V_{iTransporteP} = X_i \beta_{TransporteP} + Z_{iTransporteP} + u_{iTransporteP}$$

Donde *Xi* son las variables que corresponden a características del individuo y *Zij* son aquellas que toman distintos valores según las características de la alternativa.
Por ejemplo el individuo escogerá la alternativa *Pumakatari P(Yi=1)* si :

$$U_{iPumaKatari} > U_{iTransporteP}$$

Es decir
P(Yi=1) si $X_i \ '\beta + \left(Z_{iPumaKatari} - Z_{iTransporteP}\right) \ '\alpha + u_i > 0$
P(Yi=0) caso contrario
Donde $\beta = \left(\beta_{PumaKatari} - \beta_{TransporteP}\right)$y $u_i = (u_{iPumaKatari} - u_{iTransporteP})$

De acuerdo con este planteamiento la elección de una determinada alternativa respecto a las variables asociadas a ésta (*Zij)* no depende de sus valores absolutos sino de su diferencia.

Dado que se supone que el término estocástico de la función de utilidad sigue una distribución normal, la función de probabilidad que se establece es del tipo Probit Binomial.

Es así que, la probabilidad de elegir la alternativa *Pumakatari* viene dada por:

$$P(Y_i = 1) = \Psi(X^* \Gamma)$$

Donde Ψ es el valor de la función de distribución de una normal (0,1), Γ es el valor de los coeficientes a estimar que incluye los coeficientes β y α. Además, X^* es la matriz de

variables explicativas que incluye tanto las características los modos de transporte como las características socioeconómicas del individuo.

Un aspecto a resaltar del modelo planteado por McFadden es que la probabilidad de elección estimada es independiente del ingreso. Sin embargo, el ingreso es una característica que influye en la elección del modo de transporte. Por ello, McFadden considera que esta variable puede interpretarse como una variable *proxy* de los gustos no observables que afectan la elección. En este caso se optó por captar el efecto del ingreso estableciendo rangos que permitan segmentar a la población suponiendo que en cada rango la utilidad marginal del ingreso es constante, lo que conlleva a introducir cierto grado de arbitrariedad en el modelo. Por otra parte, como se conoce que los individuos no revelan su ingreso verdadero, se contempla la ocupación laboral.

5.1 Análisis de elasticidades

La relevancia en la estimación de la demanda del *Pumakatari* reside en conocer los efectos a nivel agregado de sus determinantes. Las respuestas de los individuos ante los cambios son relevantes dado que permiten evaluar las características de este modo de transporte como ser la seguridad, frecuencias y tiempos.

Los coeficientes que se estiman en el modelo probabilístico de demanda indican la importancia relativa de los atributos del transporte y las características del individuo sobre la elección modal pero no representan los efectos a nivel agregado. Por ello, para presentar la información en términos agregados se calculan las elasticidades de cada una de las variables explicativas.

Para la estimación del efecto Mohring, se incorpora la diferencia de tiempos de espera como determinante de la demanda del *Pumakatari*. Si esta variable es significativa se calcula su elasticidad y la magnitud de la misma permite testear la hipótesis nula de la presente investigación. Aunque no existe algún tipo de parámetro para determinar la presencia de este efecto en el sistema de transporte, lo que se hará es realizar una comparación de la magnitud de esta elasticidad respecto a las elasticidades de la diferencia en el costo de viaje y la diferencia del tiempo de viaje. De esta comparación se esperaría que las tres elasticidades no sean muy diferentes para determinar la presencia del efecto en el sistema. Por otra parte, es necesario realizar un análisis de las variables que reflejan las razones de elección de este modo de transporte y de aquellas variables que reflejan la valoración que le asignan los individuos a los atributos del *Pumakatari*, especialmente aquellas que hacen referencia al tiempo de espera y la frecuencia del servicio. Sin embargo, todo este análisis debe ser respaldado por la descripción estadística de la información levantada pero entendida desde el contexto del transporte público de la ciudad de La Paz, en general.

5.2 Información empleada

Gran parte de la literatura respecto a la elección del instrumento que permita capturar de mejor manera la información de los usuarios recomienda hacer uso de encuestas en base a preferencias declaradas. Las preferencias declaradas son datos que tratan de reflejar lo que los individuos harían ante determinadas situaciones hipotéticas construidas por el investigador. Sin embargo, la construcción de los diferentes escenarios hipotéticos no es una tarea sencilla dado que se requiere un estudio preciso para justificar que factores intervienen en la variación de las características a ser analizadas y la magnitud de dicha variación.

Por otra parte se tienen a las encuestas en base a preferencias reveladas, con las cuales se obtienen datos que reflejan el comportamiento actual de los individuos en sus decisiones de viaje. A diferencia de las preferencias declaradas, este tipo de encuestas permiten capturar la percepción y valoración del usuario a las características que presenta el modo de transporte que ha elegido para realizar su viaje.

Según lo anterior, se realizó una encuesta mixta dada la necesidad de enfrentar al individuo a un escenario donde no tiene la posibilidad de contar con el servicio *Pumakatari*, lo que permite conocer la alternativa de transporte que elige ante este cambio introducido. Por lo tanto, este escenario hipotético permite construir la variable dependiente.

Las variables que se contemplan se agrupan en tres bloques conforme a la información que se requiere de los usuarios del *Pumakatari:*

- Características del viaje actual.
- Características de la frecuencia de uso
- Características socioeconómicas

En cada uno de estos bloques se pretende capturar toda aquella información que permita observar la percepción que tienen los usuarios de las características de la oferta de este servicio, la valoración que le asignan y las características propias del individuo que influyen en su decisión.

- **Características del viaje actual.**

Las variables que permiten obtener información relevante de las características del viaje que realizan en ese momento los usuarios son las siguientes:

- Motivo de viaje. Interesa analizar *Trabajo, Estudio, Retorno a casa* dado que en esos tres motivos se supone que la valoración tanto de los tiempos de espera como de viaje es mayor es decir el individuo elegirá el modo de transporte que le permita llegar en menos tiempo a su destino.
- Parada en la que desciende del bus. La información de esta variable, aparte de dar a conocer la distancia recorrida, permite realizar un control del tiempo que el usuario reporta su viaje, dado que existen tiempos aproximados según las paradas que recorre el bus así como tener un control de las alternativas que el usuario considera tener para llegar a su destino final.
- Modo de acceso. Esta variable hace referencia al modo en el que el usuario llega a la parada del bus. Se contemplan tres opciones: *Caminando, Transporte público, Auto propio*. La información de esta variable permite calcular parte del costo monetario total del viaje que realiza el usuario del *Pumakatari* en el caso de que acceda al servicio utilizando transporte público.
- Tiempo de acceso. Esta variable es importante dado que forma parte del tiempo total del viaje de los usuarios y permite conocer la importancia que le dan los usuarios cuando eligen el bus *Pumakatari* para transportarse.
- Cantidad de buses que pasaron hasta encontrar uno disponible. Saber cuántos buses pasan hasta encontrar uno disponible comparado con los minutos que espera en la parada permite capturar un criterio de frecuencia, lo cual respaldaría los resultados obtenidos de los modelos estimados.
- Cantidad de buses que deja pasar el usuario para no viajar de pie. Dadas las características de operación de los buses *Pumakatari,* los usuarios que están en la

parada, una vez que se ocupan todos los asientos, tienen la libertad de elegir si desean viajar de pie o esperar al siguiente bus. En algunos casos, cuando los primeros de la fila deciden no viajar de pie, el encargado de parada anuncia al resto de usuarios que hacen fila si alguno de ellos decide viajar de pie.

- Tiempo de espera. Es el tiempo que se considera desde el momento en el que el individuo llega a la parada hasta el momento en el cual asciende al bus. Usualmente para observar esta variable se plantean opciones con determinados intervalos de tiempo. Sin embargo, en la presente investigación no se hacen uso de intervalos ya que es necesario capturar la percepción de los usuarios de la manera más exacta posible.
- Tiempo de viaje. Este tiempo se considera como aquel que el usuario transcurre dentro del bus. Al igual que en las dos anteriores variables, su información se la captura sin hacer uso de intervalos establecidos.
- Alternativa de modo de transporte para llegar a su destino. Esta variable permite conocer con que alternativas cuenta cada usuario para llegar a su destino final a parte del bus *Pumakatari*. Los modos de transporte que se presentan, según el transporte dentro de la ciudad de La Paz, son los siguientes: *Minibús, Micro, Trufi, Radiotaxi, Taxi.*
- Alternativa de modo de transporte elegida por el usuario. Por las características del instrumento utilizado para el levantamiento de información, se enfrenta al usuario ante una situación hipotética donde no existe el servicio del bus *Pumakatari.* Es por esto que se le plantea elegir un modo de transporte que le permita llegar a su destino final.
- Tiempo de espera del modo de transporte elegido. Dado que los modos de transporte, exceptuando a los buses *Pumakatari,* no operan dentro de un sistema, el tiempo de espera se lo considera como aquel que le toma al individuo encontrar un vehículo disponible para llegar a su destino final. En este caso no se toma en cuenta un tiempo de acceso por dos razones, primero, porque no existen paradas definidas y segundo, porque al operar en ausencia de un sistema, los individuos no contemplan el tiempo que les toma desde que salen de su origen (trabajo, casa o lugar de estudio) hasta el lugar donde pueden acceder a uno de estos modos de transporte.
- Tiempo de viaje del modo de transporte elegido. Esta variable captura la misma información que se detalló para el bus *Pumakatari*.
- Razones de elección. Tanto para el bus *Pumakatari* como para el modo de transporte que elige el usuario en escenario hipotético, es relevante conocer las razones de su elección. Las razones que se consideran son las siguientes: *Menor gasto, Menor tiempo de viaje, Menor tiempo de espera para acceder al servicio, Cercanía a lugar se residencia, Cercanía a la fuente de empleo y/o lugar de estudio, Única opción.* Todos los usuarios que viajan en el *Pumakatari* deben elegir tres de las anteriores razones y una sola para el caso de su otra alternativa en el escenario hipotético.
- Valoración de las características de los modos de transporte. Las características a ser valoradas de cada modo de transporte son las siguientes: *Frecuencia, Tiempo de espera, Tiempo de viaje, Accesibilidad, Trato a los usuarios, Comodidad, Seguridad.*

La valoración de estas características se obtuvieron mediante la calificación que cada usuario le asigna en una escala del 1 al 5, donde: 1: *muy malo; 2: malo; 3: regular; 4: bueno; 5: muy bueno.*

- **Características de la frecuencia de uso**

Una vez que se recogen todos los aspectos del viaje que realizan en ese momento los individuos y se los enfrenta al escenario hipotético, conocer la frecuencia del uso permite construir la variable dependiente dado que es necesario excluir la información de aquellos individuos que, por ejemplo, hacen uso del servicio por primera vez.
Las variables que se contemplan dentro de este bloque son las siguientes:

- Frecuencia de uso por día
- Frecuencia de uso por semana

De las anteriores variables se capturan dos aspectos relevantes:

- Horarios de uso
- Horarios en los que espera más tiempo en la parada (ver Apéndice 1)

- **Características socioeconómicas**

Las características socioeconómicas que se contemplan son: Edad, Género e Ingreso. El ingreso se lo captura mediante rangos, construidos tomando como referencia el ingreso mínimo nacional redondeado a 1.500 Bs. Los rangos expresados en el instrumento son los siguientes: *De 1 a 700 Bs.; De 701 a 1.500 Bs.; De 1.501 a 3.000 Bs.; De 3.001 a 6.000 Bs.; De 6.001 a 10.000 Bs.; Más de 10.000 Bs.*

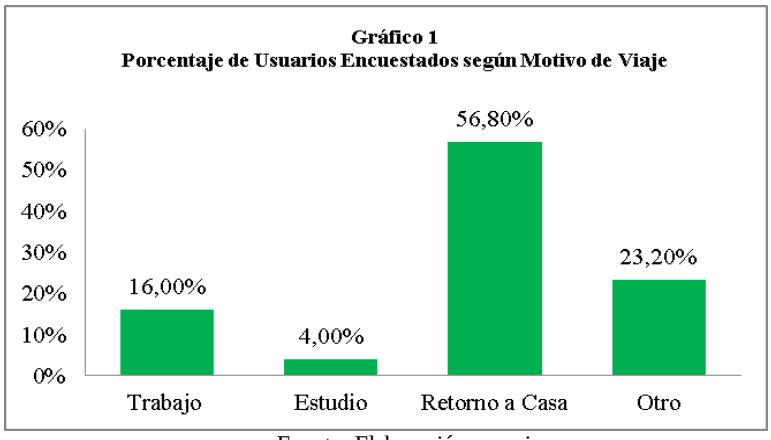
- Ocupación laboral. Se consideran las que utiliza el INE en las encuestas de hogares. Estas categorías son: *Trabajador/a dependiente; Trabajador/a independiente; Empleador; Trabajador/a del hogar; Estudiante; Desempleado.*
- Nivel educativo. De la misma manera que las categorías de la ocupación laboral, los niveles educativos se toman de lo que se contemplan en las encuestas de hogares: *Primaria, Secundaria, Técnico, Universitaria, Post grado.* De cada uno de estos niveles se contempla si el individuo lo terminó o no, dado que pueden estar aun cursando uno de ellos.
- Parentesco con el jefe del hogar. Las categorías que se contemplan son las siguientes: *jefe de hogar, esposo/esposa, hijo/hija, otro.*
- Propietario de auto. Dentro de las características socioeconómicas se contempla si el individuo posee auto o no, ya que este puede considerarse como una determinante en el momento de la elección del *Pumakatari* como alternativa de transporte.

6. Características del viaje

A partir de las encuestas realizadas algunos resultados que tipifican las características de viaje de los usuarios de transporte automotor urbano son las que se presentan a continuación.

El Gráfico 1 muestra el porcentaje de usuarios encuestados según el motivo de viaje, siendo los de mayor número de observacionesretorno a casa (56,80%) y otro (23,20%). Según la información de las encuestas, los usuarios que eligieron *otro* especificaron que su viaje era por motivos de paseo o visita.

Gráfico 1
Porcentaje de Usuarios Encuestados según Motivo de Viaje



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los tiempos de viaje, en la Tabla 1 se observan que del tiempo de acceso se tiene una media de 12,33 minutos con una moda de 10 minutos. Del tiempo de espera, la media es 9,45 minutos y la moda de 10 minutos. El tiempo de viaje máximo es de 60 minutos y el mínimo de 10 minutos, según los datos de la encuesta estos dos tiempos corresponden a viajes a la última parada y a las dos primeras paradas, respectivamente.

Tabla 1
Tiempos

	Tiempo de Acceso	***Tiempo de Espera en punto de Parada***	***Tiempo de Viaje***
Media	*12.33*	*9.45*	*37.76*
Mediana	*10*	*10*	*40*
Moda	*10*	*10*	*40*
Mínimo	*3*	*1*	*10*
Máximo	*35*	*20*	*60*

Fuente: Elaboración propia.

Las tres razones más importantes por las cuales se elige al bus *Pumakatari* como medio de transporte, como se muestra en la Tabla 2[3]: *llega más rápido al destino* (114), *menor gasto* (90), *no espero mucho tiempo para acceder al servicio* (76).

La Tabla 3 muestran los datos obtenidos de la calificación (*valoración)* que los individuos le asignan a las características del bus *Pumakatari.* Tanto la frecuencia como el tiempo de espera son las características que menor calificación obtienen con medias de 3,82 y 3,54 respectivamente. Mientras que la seguridad y el trato a los usuarios obtienen las mayores calificaciones con medias de 4,53 y 4,52; respectivamente. De esta información se puede concluir que el tiempo de espera es la característica menos valorada de este modo de transporte lo que representa un criterio importante para suponer que no existe el efecto Mohring en este sistema de transporte.

[3] Ver Apéndice 2

Tabla 3
Valoración de Características

	Frecuencia	*Tiempo de Espera en punto de Parada*	*Tiempo de Viaje*	*Accesibilidad*	*Trato a los Usuarios*	*Comodidad*	*Seguridad*
Media	*3.82*	*3.54*	*4.1*	*4.22*	*4.52*	*4.4*	*4.53*
Mediana	*4*	*4*	*4*	*4*	*5*	*5*	*5*
Moda	*4*	*4*	*4*	*4*	*5*	*5*	*5*
Mínimo	*1*	*1*	*2*	*1*	*2*	*3*	*3*
Máximo	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*

Fuente: Elaboración propia.

- De la alternativa elegida en el escenario hipotético.

  Como se muestra en la Tabla 4: *Minibús* (110) y *Trufi* (59) son los dos modos de transporte con mayores observaciones de las alternativas con las que el individuo cuenta para llegar a su destino final a parte del bus *Pumakatari*

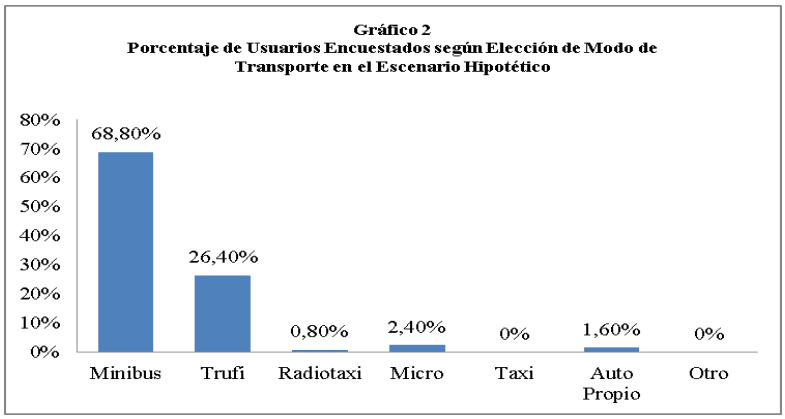
Tabla 4
Alternativas además del Bus Pumakatari

	Número de Observaciones
Minibus	*110*
Trufi	*59*
Radiotaxi	*7*
Micro	*15*
Taxi	*6*
Auto Propio	*12*
Otro	*0*

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el Gráfico 2, los modos de transporte que en su mayoría son elegidos cuando se enfrenta al individuo al escenario hipotético de que no existe el servicio del bus *Pumakatari* son el *Minibús* (68,80 %) y el T*rufi* (26,40%).

Respecto a los tiempos del modo de transporte elegido en el escenario hipotético, la Tabla 5 muestra que el tiempo de espera hasta encontrar un vehículo disponible en promedio es 19,18 minutos. Sin embargo, es importante aclarar que el tiempo máximo de espera de 90 minutos corresponde a usuarios que tiene como destino la calle 37 de Chasquipampa en el horario de las 18 p.m. a 21 p.m. Respecto al tiempo de viaje, se observa que el máximo es de 90 minutos, mientras que el mínimo es de 10 minutos. Estos dos tiempos corresponden a los usuarios que realizan viajes hacia la última y primeras dos paradas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5
Tiempos de la Alternativa Elegida en el Escenario Hipotético

	Tiempo de Espera	*Tiempo de Viaje*
Media	*19.18*	*40.16*
Mediana	*20*	*40*
Moda	*20*	*30*
Mínimo	*0*	*10*
Máximo	*90*	*90*

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la frecuencia de uso, de las Tablas 8 y 9 del Apéndice 2, se observan que la mayor frecuencia de uso en todos los días se da en el horario de 18 p.m. a 21 p.m. De lunes a viernes, el segundo horario en el que se registra mayor frecuencia de uso es del 9 a.m. a 12 p.m. En los días sábado y domingo, el segundo horario en el cual se da la mayor cantidad de viajes son de 12 p.m. a 14:30 p.m. y de 14:30 a 18 p.m., respectivamente. Según los datos obtenidos de la Tabla 9, todos los días, en el horario de 18 p.m. a 21 p.m. los usuarios perciben un mayor tiempo de espera. Con base en esos datos (frecuencia de uso y tiempos de espera), se cuenta con un indicio que en el sistema de transporte en La Paz no se presenta el Efecto Mohring, ya que la percepción de tiempos de espera es alta en aquellos horarios donde se da la mayor cantidad de viajes.

7. Estimación del modelo propuesto

Para estimar el modelo la variable dependiente se la denomina ***Pumakatari***.

Pumakatari=1 si la frecuencia de uso en un día es mayor a cero y la frecuencia por semana es mayor a 1. La frecuencia de uso en un día que sea mayor a cero permite excluir del análisis a todos aquellos usuarios que viajan por primera vez en el bus o que por diferentes circunstancias ese día eligieron ese modo de transporte que normalmente no usan. La frecuencia de uso por semana podría considerarse que sea mayor a cero como en el anterior caso pero se opta por que sea mayor a 1 debido a que el tiempo de espera que el individuo experimenta no es relevante porque no tiene otro horario ni día de comparación,

además al hacer uso una vez a la semana es muy probable que el motivo de su viaje no sea por trabajo o estudio, lo que ocasiona que el tiempo de espera percibido sea subestimado.

Pumakatari=0 si el motivo del viaje actual del usuario es trabajo, estudio o retorno a casa, además cuando la frecuencia de uso por semana es igual a cero. Las anteriores condiciones son necesarias para capturar a todos los individuos que por motivos de trabajo, estudio o de retorno a casa, el día que fueron encuestados, tuvieron como segunda alternativa de transporte el *Pumakatari*, dado que no hacen uso de este servicio normalmente.

La construcción de las variables independientes parte de los siguientes criterios.

- Diferencia de costos de viaje.

D.C.V. = costo de viaje en Puma Katari - costo de viaje en otro modo de transporte

Costo de viaje cuando el individuo elige el bus *Pumakatari*. Este hace referencia al costo monetario en el cual incurre el individuo para llegar a su destino final, es por eso que cuando elige transportarse en *Pumakatari* no solo se debe contemplar la tarifa que se tiene en esta ruta que es de 2 Bs. sino también el costo de acceso al servicio en el caso de que el individuo haya llegado hasta la parada en otro modo de transporte público.

Dado que en la encuesta no se presenta ninguna pregunta para conocer el costo de acceso al servicio, se hace el supuesto de que todos los individuos que accedieron al servicio mediante otro modo de transporte incurrieron en un costo de 1.50 Bs., es decir que este modo de transporte es el *Minibús*. Este supuesto no está muy lejos de la realidad porque este modo de transporte es el que tiene mayores frecuencias y logra cubrir más zonas de la ciudad de La Paz. La debilidad del supuesto se presenta al no considerar que el individuo haya realizado más de un viaje para acceder al servicio.

El costo de viaje total cuando el individuo elige viajar en *Pumakatari* es:

- *De 3.5 Bs. cuando llega hasta la parada mediante otro modo de transporte.*
- *De 2 Bs. cuando llega hasta la parada caminado*.

Costo de viaje cuando el individuo opta por otra alternativa de transporte público

El costo es la tarifa establecida para cada uno de los modos de transporte público y se tiene como referencia las paradas de descenso de los usuarios para calcular el costo hasta estos puntos para el caso de modos de transporte que cobran tarifas diferentes por distancia recorrida como es el caso del Radiotaxi.

Los costos que se contemplan son los siguientes:

- *Minibús: 2.40 Bs,* porque el destino es la zona sur.
- *Micro: 1.80 Bs., 0.80 Bs. si es el individuo es adulto mayor y 0.70Bs. si el individuo es estudiante escolar.*
- *Trufi: 3Bs. para viajes hasta la calle 21 de Calacoto y 3.50 Bs. si el viaje supera este punto.*
- *Radiotaxi: 15 Bs. si el viaje es hasta Obrajes, 25Bs. si es hasta Los Pinos, 30 Bs. hasta la calle 46 de Chasquipampa y 35 Bs. por encima de este punto*[4]. Para el caso del Taxi los costos son similares a los del Radiotaxi, de todas maneras según la

[4] Según tarifario establecido por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

información obtenida de las encuestas no se dio ningún caso en el que un usuario elija este modo de transporte.

- Diferencia de tiempos de viaje

D.T.V. =tiempo de viaje en Puma Katari - tiempo de viaje en otro modo de transporte

- Diferencia de tiempos de espera

D.T.E. =tiempo de espera del Puma Katari - tiempo de espera del otro modo de transporte

- Características socioeconómicas

Para el caso del nivel de educación alcanzado, ocupación laboral, los rangos de ingresos y el parentesco con el jefe de hogar, se generaron variables dummies de cada categoría que se establece en la encuesta. Además, se generó la variable dummy *mujer*, que toma el valor de 1 en caso de que el usuario sea mujer y 0 si es hombre.

Con las variables así definidas se corrieron varios modelos de los cuales se presentan los resultados de tres de ellos por la significancia en la variable a analizar. El primer modelo estimado es el denominado base, el cual solo incorpora las características de este modo de transporte en cuanto a costos, tiempo de viaje y tiempos de espera. Posteriormente, se presentan los resultados de dos modelos que incorporan las características de los individuos.

- **Modelo base**

Cuadro 1: Modelo Base
Estimación de la demanda de Transporte de los Buses *Pumakatari*

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en bus *Pumakatari*		
Variables Independientes	***Coeficiente***	***P>|z|***
C	0.0580918	0.794
	(0.2229018)	
Dif. Costos de viaje	-0.4409844	0.016
	(0.1834209)	
Dif. Tiempos de viaje	-0.0419418	0.009
	(0.016051)	
Dif. Tiempos de espera	-0.0315565	0.078
	(0.017907)	
Pseudo R2	0.1279	
Prob>chi2	0.0009	
Observaciones	106	
*( ) Error Estandar		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que todos los coeficientes presentan el signo esperado, lo que indica que cuanto mayor sea la diferencia, en cualquiera de los casos, la probabilidad de viajar en el bus Pumakatari disminuye. La diferencia de los tiempos de espera será mayor en tres casos: a) si el tiempo de espera en *Pumakatari* se incrementa manteniéndose constante el tiempo de espera del otro modo de transporte, b) si el tiempo de espera en *Pumakatari* se mantiene constante pero existe disminución del tiempo de espera en el otro modo de transporte y c) cuando existe un incremento en el tiempo de espera del *Pumakatari* y paralelamente existe una disminución de los tiempos de viaje de los otros modos de transporte. Cuando se da cualquiera de estos tres casos, la probabilidad de elegir el bus *Pumakatari* disminuye.

Si bien las variables de interés son significativas, el presente modelo no es el más adecuado por las siguientes razones. La constante no es significativa, lo que no va de acuerdo con la teoría de la utilidad aleatoria, ya que la constante recoge la información del término estocástico que no es observable. Por otra parte, la bondad de ajuste es muy baja.

De acuerdo a lo anterior, no tendría relevancia calcular las elasticidades de este modelo. Sin embargo, se calculan estas elasticidades para observar cómo cambia la elasticidad de la diferencia de tiempos de espera conforme se van realizando ajustes hasta elegir el modelo que capture mejor la conducta del mercado.

Cuadro 2
Elasticidades - Modelo Base

Dif. Costos de viaje	-0.143122
Dif. Tiempos de viaje	-0.0136123
Dif. Tiempos de espera	-0.0102417

Fuente: Elaboración propia.

Como indica la teoría, si la variable es significativa en el modelo, su elasticidad será significativa también. Según lo presentado en el Cuadro 2, se observa que en caso de una variación negativa marginal en la diferencia de costos de viaje, la probabilidad de elegir el bus *Pumakatari* se incrementa en 14,31%. Mientras que una variación negativa marginal en la diferencia de tiempos de espera solo provoca un incremento del 1,02% en la probabilidad de elegir este modo de transporte. Por lo tanto, según este modelo no se daría el efecto Mohring en el sistema, ya que una mejora en el tiempo de espera del *Pumakatari* tiene un impacto muy bajo en el incremento de la demanda. El modelo base muestra que el costo es la principal característica de este modo de transporte que hace que la demanda se incremente ante una mejora (reducción) del mismo.

- **Modelos incorporando características de los individuos**

En primera instancia se incorporaron al modelo base las variables referentes a las *razones* de elección del bus *Pumakatari* y las variables de *valoración* de las características de este modo de transporte. En ambos casos ninguna variable resultó ser significativa.

Posteriormente, al modelo base se añadieron el ingreso, la ocupación laboral y el nivel educativo. Los resultados obtenidos muestran que ninguna categoría de la ocupación laboral es significativa. En cambio los tres primeros niveles de educación son significativos.

Conforme a estos resultados, en el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos del modelo que contempla las variables de nivel educativo y los rangos de ingresos.

Cuadro 3: Modelo 2
Estimación de la demanda de Transporte de los Buses *Pumakatari*

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en bus *Pumakatari*		
Variables Independientes	***Coeficiente***	***P>|z|***
C	-1.881.518	0.041
	(0.9222465)	
Dif. Costos de viaje	-0.3985031	0.053
	(0.2060512)	
Dif. Tiempos de viaje	-0.0561363	0.004
	(0.019337)	
Dif. Tiempos de espera	-0.0353021	0.065
	(0.0191458)	
Ingreso: De 1 a 700 Bs.	1.080.888	0.098
	(0.6535537)	
Ingreso: De 701 a 1.500 Bs.	0.8979403	0.1
	(0.5467053)	
Ingreso: De 1.501 a 3.000 Bs.	0.472914	0.288
	(0.445418)	
No terminó Primaria	omitida	
Terminó Secundaria	0.6168571	0.491
	(0.8960466)	
No terminó Secundaria	1.059.388	0.363
	-1.165.798	
Técnico	0.9616217	0.265
	(0.8623147)	
Terminó Universidad	17.781	0.037
	(0.852473)	
No terminó Universidad	1.318.923	0.109
	(0.8224376)	
Terminó Post-Grado	1.353.385	0.184
	-1.018.627	
Pseudo R2	0.2043	
Prob>chi2	0.0141	
Observaciones	104	

*( ) Error Estandar

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, algunas dummies fueron omitidas por default o se excluyeron del modelo porque no contenían información. Los resultados muestran que todos los coeficientes tienen el signo esperado, denotando si su variación aumenta o disminuye la probabilidad de elegir al bus *Pumakatari.*

Las variables del modelo base todas son significativas al igual que la constante. Sin embargo, de las características del individuo solo el primer rango de ingreso y el nivel educativo *Terminó Universidad* son significativos al 10 %. Respecto al modelo base, la incorporación del ingreso y el nivel educativo permitieron una mejora en la bondad de ajuste de 12,79% a 20,43%.

Cuadro 4
Elasticidades - Modelo 2

Dif. Costos de viaje	-0.116856
Dif. Tiempos de viaje	-0.0164613
Dif. Tiempos de espera	-0.0103519
Ingreso: De 1 a 700 Bs.	0.2308915
Ingreso: De 701 a 1.500 Bs.	0.2310092
Ingreso: De 1.501 a 3.000 Bs.	0.1257944
Terminó Secundaria	0.1434993
No terminó Secundaria	0.1905194
Técnico	0.1992626
Terminó Universidad	0.4628834
No terminó Universidad	0.2795213
Terminó Post-Grado	0.2236495

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de las elasticidades calculadas para este modelo. Se observa que de las características del individuo, el que se tenga un ingreso dentro del primer rango, incrementa en 23% la probabilidad de optar por este modo de transporte. Por otra parte, el hecho de que el individuo pertenezca al nivel educativo *terminó universidad,* incrementa en 46% la probabilidad de elegir este modo de transporte. De las características del modo transporte, el costo sigue siendo la variable que genera una mayor variación en la demanda, sin embargo, ya no es tan alta como en el modelo base, en este caso un incremento marginal del costo de viaje genera una disminución del 11,68% en la probabilidad de elegir al *Pumakatari.* Respecto a la diferencia de tiempos de espera, el incluir las características del individuo incrementa su elasticidad a 1,03%.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del tercer modelo estimado en el cual se incluye la variable parentesco con el Jefe de Hogar (dummies)

Todos los coeficientes de este modelo tienen el signo esperado. Las variables del modelo base son todas significativas. Los tres primeros rangos de ingreso como el nivel educativo *No terminó Universidad* son significativos al 10%. De las categorías de parentesco con el jefe de hogar, la dummy *Esposo/Esposa* es significativa al 5 %.La mayoría de las dummies no son significativas, sin embargo, excluirlas del modelo genera que las variables del modelo base pierdan su nivel de significancia.

Cuadro 5: Modelo 3
Estimación de la demanda de Transporte de los Buses *Pumakatari*

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en bus *Pumakatari*	
Variables Independientes	***Coeficiente***
C	-3.257.811
	-127.745
Dif. Costos de viaje	-0.5429097
	(0.2389474)
Dif. Tiempos de viaje	-0.0546658
	(0.0222527)
Dif. Tiempos de espera	-0.0404543
	(0.0207741)
Ingreso: De 1 a 700 Bs.	2.025.197
	(0.8184482)
Ingreso: De 701 a 1.500 Bs.	1.286.962
	(0.6694845)
Ingreso: De 1.501 a 3.000 Bs.	0.9175746
	(0.526462)
Terminó Secundaria	0.0126477
	-1.021.998
No terminó Secundaria	1.061.699
	-1.277.117
Técnico	0.7972616
	(0.9964907)
Terminó Universidad	15.702
	(0.9962542)
No terminó Universidad	1.620.404
	(0.9585221)
Terminó Post-Grado	1.144.834
	-1.183.594
Jefe de hogar	1.016.719
	(0.7400855)
Esposo/Esposa	210.175
	(0.7865053)
Hijo/Hija	0.3670013
	(0.6817612)
Pseudo R2	0.3216
Prob>chi2	0.001
Observaciones	96

*( ) Error Estandar

Fuente: Elaboración propia.

Además, es importante notar que la bondad de ajuste de este modelo mejoró considerablemente respecto al anterior, pasando de 20,43% a 32,16%. Por otra parte, la probabilidad de que todas las variables independientes en conjunto sean cero, según el estadístico chi2, mejoró respecto al anterior modelo estimado. Aunque el número de observaciones haya disminuido respecto al anterior modelo, el modelo estima sus resultados con casi el 90% de la población analizada (96 observaciones).

Sobre esta mejor estimación se consideró los efectos marginales de sus variables, en especial de la diferencia de los tiempos de espera, ya que es necesario observar si la elasticidad de dicha variable se incrementa a fin de verificar la presencia del efecto Mohring en el sistema de transporte. Estas elasticidades se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6
Elasticidades – Modelo 3

Dif. Costos de viaje	-0.1553985
Dif. Tiempos de viaje	-0.0156471
Dif. Tiempos de espera	-0.0115793
Ingreso: De 1 a 700 Bs.	0.3320576
Ingreso: De 701 a 1.500 Bs.	0.3135217
Ingreso: De 1.501 a 3.000 Bs.	0.2186399
Terminó Secundaria	0.003605
No terminó Secundaria	0.1845605
Técnico	0.1720311
Terminó Universidad	0.3944524
No terminó Universidad	0.3198162
Terminó Post-Grado	0.1963385
Jefe de hogar	0.2635326
Esposo/Esposa	0.3464904
Hijo/Hija	0.0989617

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el hecho de que el individuo sea esposo o esposa del jefe del hogar incrementa en 34,64% la probabilidad de elegir al bus *Pumakatari* como modo de transporte. Por eso esta dummy es la variable que mayor efecto tiene sobre la demanda respecto al resto de las variables del modelo. La otra característica que influye de manera importante en la probabilidad de elección del *Pumakatari* es el caso de que el individuo perciba ingresos mensuales correspondientes al primer rango de ingresos, siendo su elasticidad de 33,20%. De las características del modo de transporte, el costo sigue siendo el factor cuya variación positiva provoca un mayor incremento de las probabilidades de elección de este modo de transporte. Por otra parte, la diferencia de tiempos de espera experimenta un incremento importante respecto a los resultados de los anteriores modelos. Sin embargo, su elasticidad no alcanza ni siquiera el 2%. Por lo que el modelo permite afirmar que no existe el efecto Mohring en el sistema de transporte masivo *Pumakatari*.

Cuadro 7
Comparación de Elasticidades

Variables	*Modelos*		
	Modelo Base	***Modelo 2***	***Modelo 3***
Dif. Costos de viaje	-0.143122	-0.116856	-0.1553985
Dif. Tiempos de viaje	-0.0136123	-0.0164613	-0.0156471
Dif. Tiempos de espera	***-0.0102417***	***-0.010352***	***-0.011579***
Ingreso: De 1 a 700 Bs.	-	0.2308915	0.3320576
Ingreso: De 701 a 1.500 Bs.	-	0.2310092	0.3135217
Ingreso: De 1.501 a 3.000 Bs.	-	0.1257944	0.2186399
Terminó Secundaria	-	0.1434993	0.003605
No terminó Secundaria	-	0.1905194	0.1845605
Técnico	-	0.1992626	0.1720311
Terminó Universidad	-	0.4628834	0.3944524
No terminó Universidad	-	0.2795213	0.3198162
Terminó Post-Grado	-	0.2236495	0.1963385
Jefe de hogar	-	-	0.2635326
Esposo/Esposa	-	-	0.3464904
Hijo/Hija	-	-	0.0989617

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 7 se presenta una comparación de las elasticidades calculadas de los tres modelos estimados. Se observa que el introducir las características del individuo mejora la elasticidad de la variable diferencia de tiempos de espera, sin embargo, estas mejoras no permiten determinar que en el sistema de transporte se generó el efecto Mohring. Por otra parte, se puede observar que de las características del modo de transporte el costo es la variable más importante que considera el individuo al momento de elegir el *Pumakatari*.

5. Resumen y conclusiones

De los tres modelos estimados, se observa que introducir las características del individuo (ingreso, educación y parentesco con el jefe de hogar) incrementan la probabilidad de elección del bus *Pumakatari* como modo de transporte debido a una mejora en los tiempos de espera. En el modelo base, que solo contempla características del modo de transporte como costos y tiempos, la elasticidad calculada para la diferencia de tiempos de espera es 1,02 %. Pero en el tercer modelo la elasticidad para la misma variable es 1,15%. A pesar de las mejoras que existen en la elasticidad de la diferencia de tiempos de espera, no es posible concluir con certeza que en el sistema se haya generado el efecto Mohring. Cuando se utiliza, dentro del instrumento de obtención de información, un criterio de preferencias reveladas, se

abre un espacio importante para considerar el contexto en el cual el usuario elige este modo de transporte. Analizar el contexto es determinante, ya que el sistema de transporte masivo *Pumakatari* es el único y el primer sistema dentro del transporte público de la ciudad de La Paz presentando características diferentes a los demás modos de transporte. Sin embargo, los criterios por los cuales los usuarios eligen este modo de transporte pueden no contemplar todas sus características, es decir, que es muy probable que elijan bajo los mismos criterios que eligen a los demás modos de transporte, de los cuales ninguno opera bajo un criterio de red.

Otro aspecto relevante a considerar dentro del contexto, es el periodo de tiempo en el que opera este sistema de transporte masivo. Un solo año de operación puede ser considerado muy corto para que los usuarios comiencen a percibir todas las características y beneficios que ofrece el *Pumakatari*. Además, es importante resaltar que en el año que lleva de operación este sistema, la demanda inició un proceso de estabilización después de casi seis meses, lo cual permite concluir que parte del tiempo que lleva operando este sistema se dio bajo el efecto novedad, por lo que una vez se estabilice totalmente la demanda los usuarios valorarían y percibirían de mejor manera las características de este modo de transporte.

Referencias

Basso, L.J. and S.R. Jara-Diaz (2010), "The Case for Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect", *Journal of Transport Economics and Policy*, 44(3), 365-372

Bates, Roberts (1986), Value of time research: summary of methodology and findings, American Economic Review, vol. 97(2)

Becker, G (1965), "A theory of the allocation of time", *American Economic Review*, 52, 591-604.

Collect-GfK (2010), "Transantiago: Estudio Tracking Calidad de Servicio N°3, Agosto- Septiembre 2010"

DeSerpa, A (1971), "A theory of the economics of time", American Economic Review, vol. 99(3)

Ginés de Rus, Javier Campos, Gustavo Nombela (2004), Economía del Transporte, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Gómes-Lobo, A. (2013). Monopoly, Subsidies and the Mohring Effect: A synthesis and an extension. Universidad de Chile, SDT 336

INE 2009, Informe estadístico Sector del Transporte.

Jan Owen Jansson (2001), The Mohring Effect in Interurban Rail Transport: Case Study of the Swedish Railways, COMPETITIVE AND SUSTAINABLE GROWTH PROGRAMME.

Jansson, K. (1993), "Optimal Public Transport Price and Service Frequency", *Journal of Transport Economics and Policy*, 27, 33-50.

Jara-Díaz, S.R. and A. Gschwender (2009), "The Effect of Financial Constraints on the Optimal Design of Public Transport Services", *Transportation*, 36(1), 65-75.

Jara-Diaz, Farah (1987), Transport demand and user´s benefits with fixed income: the goodsleisure trade-off", American Economic Review, vol. 98(2)

Karamychev, V. and Van Reeven (2010), "Oversupply or Undersupply in a Public

Transport Monopoly? A rejoinder and Generalization", *Journal of Transport Economics and Policy*, 44(3), 381-89.

McFadden, D. Train, K.(2000), Mixed MNL Models of discrete choice response, *Journal of Transport Economics and Policy*, 80(3), 365-380

Mohring, H. (1972), "Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation", *American Economic Review*, 62, 591-604.

Moreno Quintero, Eric (2011), "Métodos de elección discreta en la estimación de la demanda de transporte", Publicación Técnica No. 335 Sanfandila. Instituto mexicano del transporte.

Ofelia Betancor and Gustavo Nombela (2002), Mohring effects for air transport, EIET-University of Las Palmas, Spain

Parry, Ian W. H. & Kenneth A. Small, 2009. Should Urban Transit Subsidies Be Reduced? American Economic Review, vol. 99(3), pages 700-724, June.

SETRAM marzo 2014, Evaluación del servicio primeros 45 días.

SETRAM agosto 2014, Revista informativa de rutas y avances tecnológicos previstas para el año 2015.

Spence, A. M. (1975). Monopoly, Quality, and Regulation. *Bell Journal of Economics*, 417-429.

Van Reeven, P. (2008), "Subsidisation of Urban Public Transport and the Mohring Effect", *Journal of Transport Economics and Policy*, 42(2), 349-59.

Víctor M. Islas Rivera, César Rivera Trujillo, Guillermo Torres Vargas (2002), "Estudio de la demanda de transporte" Publicación Técnica No. 205 Sanfandila. Instituto Mexicano del Transporte.