PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

ESCUELA DE INGENIERIA

ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA EVASIÓN DE TRANSANTIAGO

CAROLINA JAVIERA BUNEDER HUMUD

Tesis para optar al grado de

Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:

PATRICIA VIVIANA GALILEA ARANDA

Santiago de Chile, Diciembre, 2016

© 2016, Carolina Buneder Humud

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

ESCUELA DE INGENIERIA

ANÁLISIS TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA EVASIÓN DE TRANSANTIAGO

CAROLINA JAVIERA BUNEDER HUMUD

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

PATRICIA GALILEA

JULIO BRIONES

SEBASTIÁN RAVEAU

ALEJANDRO TIRACHINI

RODRIGO CIENFUEGOS

Para completar las exigencias del grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Diciembre, 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia y a todos quienes formaron parte de esta tesis de una u otra forma. A mis compañeros de Magister y a quienes pertenecen al departamento e hicieron muy agradable mi paso por él.

Me gustaría agradecer a la profesora Patricia Galilea, por su rol como profesor guía, y por su apoyo tanto académico como personal. Agradezco a los miembros de la comisión, porque su visión externa al seguimiento de este trabajo significó un verdadero aporte en su desarrollo. Destaco la ayuda de Julio Briones, Gerente de Regulación y Finanzas del Directorio de Transporte Público Metropolitano, por su disposición y colaboración clave en este trabajo.

Finalmente, agradezco el apoyo al Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS, y el financiamiento entregado por el *Bus Rapid Transit Centre of Excellence* (www.brt.cl) para la realización de las entrevistas.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS ii

RESUMEN x

ABSTRACT xi

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 Contexto 1

1.2 Motivación y objetivos 2

1.3 Estructura 4

2 MARCO TEÓRICO 5

2.1 La evasión como un fenómeno complejo 5

2.1.1 Teorías económicas en el estudio de la evasión 5

2.1.2 Críticas al enfoque de maximización de utilidad 7

2.2 Perfiles de los evasores 7

2.3 Comportamiento antiético: aspectos sociológicos y psicológicos 8

2.4 Transporte público, ciudad y segregación espacial 10

2.5 Metodología de medición de la evasión en Transantiago 11

2.6 Políticas aplicadas para disminuir la evasión en Transantiago 13

2.6.1 Inspección 13

2.6.2 Infraestructura 13

2.6.3 Publicidad y estrategias comunicacionales 14

2.6.4 Cambio en contratos 15

2.7 Inclusión de análisis cualitativos en estudios cuantitativos 16

2.8 Principales estudios realizados sobre evasión en Transantiago 16

2.9 Tratamiento de datos longitudinales y transversales 17

3 ANÁLISIS TEMPORAL 19

3.1 Metodología 19

3.1.1 Modelo de serie de tiempo 19
3.1.2 Estacionaridad en el tiempo 20
3.1.3 Cointegración entre variables temporales 21
3.1.4 Modelación de los residuos 21
3.2 Descripción de los datos 22
3.2.1 Base de datos 22
3.2.2 Variable dependiente 23
3.2.3 Variables explicativas 23
3.3 Análisis estadístico 36
3.3.1 Correlaciones 37
3.3.2 Cointegración 39
3.4 Formulación y estimación del modelo 42
3.4.1. Estacionaridad de la serie de tiempo 42
3.4.2 Estimación del modelo 43
3.5 Sensibilidad sobre los efectos de la tarifa 51
4 ANÁLISIS ESPACIAL 52
4.1 Metodología 52
4.2 Descripción de los datos 53
4.3 Relación entre la evasión y el nivel socioeconómico de la municipalidad 57
4.4 Evasión de la tarifa por categorías de prioridad social de las municipalidades 61
4.5 Distribución espacial en el tiempo 65
5 ANÁLISIS CUALITATIVO: ENTREVISTAS A OPERADORES 74
5.1 Metodología: Entrevistas semi-estructuradas 74
5.2 Procedimiento y participantes 74
5.3 Información de las entrevistas 80
5.3.1 Conclusiones de la sistematización de resultados 81
5.3.2 Comentarios 82
5.4 Principales conclusiones obtenidas de las entrevistas 84

6 PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS....86
6.1 Escalabilidad de las políticas....86
6.2 Cambio de comportamiento....87
6.2.1 Recordar....88
6.2.2 Visibilizar....89
6.2.3 Comprometer....90
6.3 Políticas económicas....90
6.3.1. Políticas progresivas....91
6.3.2. Abonos periódicos....92
6.4 Metodología de medición para la evasión....93
6.5 Relación autoridad-operadores....94
6.6 Otras medidas....95
6.6.1 Multas *on-the-spot*....95
6.6.2 Carga en línea....96
6.6.3 Validadores en puertas traseras....96
7 CONCLUSIONES....97
BIBLIOGRAFÍA....100
ANEXOS....106
Anexo 1. Análisis de la base de datos de evasión....107
Anexo 2. Campañas publicitarias de Londres y Melbourne....108
Anexo 3. Análisis estadístico para la muestra reducida....111
Anexo 4. Códigos en STATA para muestra completa....113
Anexo 5. Pauta para entrevista semi-estructurada a operadores....114
Anexo 6. Cuadro resultado de entrevistas semi-estructuradas a operadores....116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Correlación de las estaciones con la evasión 37

Tabla 3-2 Correlación de las autoridades de transporte con la evasión 37

Tabla 3-3 Correlación de variables del sistema de transporte con la evasión 38

Tabla 3-4 Correlación de variables con índices de correlación contrarios a lo esperado 38

Tabla 3-5 Correlación de periodos de Ministros con encuesta Adimark 39

Tabla 3-6 Estimación del modelo sin análisis de requisitos de modelación 43

Tabla 3-7 Iteraciones Cochrane-Orcutt 45

Tabla 3-8 Estimación del modelo con modelación de los residuos 46

Tabla 4-1 Categorías de prioridad social para las comunas 62

Tabla 4-2 Tasas de evasión por categoría 63

Tabla 4-3 Prueba estadística de comparación de medias: Test-t 64

Tabla 4-4 Comparación de muestras según Test-F 65

Tabla 4-5 Desviación estándar por categoría para trimestres del 2010 al 2012 70

Tabla 4-6 Test-t para cada par de categorías del 2010 al 2012 72

Tabla 4-7 Test-F para cada trimestre estudiado 72

Tabla 5-1 Cuadro comparativo de las cuatro empresas operadoras estudiadas 76

Tabla 6-1 Tabla de gasto porcentual en transporte 91

Tabla A-1 Seguimiento de recorridos en el tiempo. Enero 2010 a agosto 2012 107

Tabla A-2 Número de recorridos con mediciones para distintos periodos 108

Tabla A-3 Estimación de la muestra pequeña sin modelación de los residuos 112

Tabla A-4 Cochrane-Orcutt para la muestra pequeña 113

Tabla A-5 Tabla de resultados según entrevistas semi-estructuradas a operadores.....116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Cambio temporal en la evasión y tarifa de Transantiago del 2007 al 2014 2

Figura 2-1 Ingreso per-cápita zonal promedio en Gran Santiago, en miles de pesos 11

Figura 3-1 Tarifa deflactada según inflación 24

Figura 3-2 Tarifa real y tasa de evasión 25

Figura 3-3 Cambio de contratos y Control de las empresas.....27

Figura 3-4 Niveles de fiscalización: multas por mes 28

Figura 3-5 Aprobación ciudadana de Transantiago: encuesta Adimark 30

Figura 3-6 Baja en aprobación de Adimark versus alza de tarifa del bus.....31

Figura 3-7 Tendencias de las tasas de evasión según periodos en el MTT.....32

Figura 3-8 Periodos de cada Ministro modelados como variable binaria.....33

Figura 3-9 ICF e ICR 34

Figura 3-10 Tasa de desempleo Región Metropolitana 35

Figura 3-11 Zonas pagas en funcionamiento 36

Figura 3-12 Cambios en la tasa de evasión según cambios en la tarifa 41

Figura 3-13 Cambios en la tasa de evasión en t+1 según cambios en la tarifa en t 42

Figura 3-14 Análisis Bartlett de ruido blanco para estimación sin modelación de residuos 44

Figura 3-15 Análisis Bartlett ruido blanco para estimación con modelación de residuos 47

Figura 3-16 Residuos ajustados a normal inversa.....48

Figura 3-17 Histograma de los residuos ajustados a distribución normal 49

Figura 4-1 Tasa de evasión según zona 777 de Transantiago periodo AM 54
Figura 4-2 Tasa de evasión según comuna periodo AM.....55
Figura 4-3 Tasa de evasión AM según zona en la que se ubica.....56
Figura 4-4 Comunas según su distancia al centro de Santiago y su tasa de evasión 57
Figura 4-5 Relación entre tasa de evasión e IPS 58
Figura 4-6 Relación entre tasa de evasión e IPS por tramos.....59
Figura 4-7 Cambio en tasas de evasión ordenado por prioridad social.....61
Figura 4-8 Evolución de la tasa de evasión en el tiempo 67
Figura 4-9 Tasa de evasión según categoría de prioridad social en el tiempo 69
Figura 4-10 Comparación según tasa de evasión de categoría sin prioridad con el resto 71
Figura 4-11 Evolución evasión versus gasto en transporte 73
Figura 5-1 Comparación según tasa de evasión de categoría sin prioridad con el resto..75
Figura 5-2 Recorridos empresa Su Bus actualizados a julio 2016.....77
Figura 5-3 Recorridos empresa STP actualizados a julio 2016 78
Figura 5-4 Recorridos empresa Metbus actualizados a julio 2016 79
Figura 5-5 Recorridos empresa Red Bus actualizados a julio 2016.....80
Figura A-1 Campañas utilizadas en Londres para reducir la evasión.....109
Figura A-2 Campañas utilizadas en Londres (izquierda) y Melbourne (derecha) para reducir la evasión sobre los inspectores.....110
Figura A-3 Campaña utilizada en York para reducir la evasión.....111

RESUMEN

La evasión de la tarifa ha sido un problema en distintos sistemas de transporte en el mundo. Actualmente, Transantiago tiene una tasa de evasión de un 28%, una de las más altas del mundo. La falta de una respuesta clara a qué causa estos altos niveles de evasión y la poca efectividad de las medidas actuales motivan este estudio, proponiendo políticas públicas que reduzcan la tasa de evasión del sistema. Mediante la utilización de técnicas econométricas se realiza un análisis temporal que busca factores que han influido el alza en la tasa de evasión. Además, se presenta un análisis estadístico de la distribución espacial de la evasión, que estudia factores socioeconómicos que afectan la evasión y busca patrones sociodemográficos. Esto, complementado con un análisis cualitativo basado en entrevistas semi-estructuradas. Los resultados de un modelo autoregresivo de la evasión muestran que esta no sube en el tiempo por las tarifas de los buses o por la aprobación del sistema, sino que por una tendencia lineal probablemente causada por efectos sociológicos grupales. Una posible explicación es la existencia de un efecto de contagio en el comportamiento de los individuos cuando se exponen a la deshonestidad de otros. Además, la mayor parte de las medidas aplicadas no muestran impacto significativo a nivel sistémico, excepto por un cambio de contratos que muestra una reducción promedio, y una mezcla de fenómenos políticos que desencadenan un alza temporal en la evasión a los inicios del sistema. Finalmente, existe un patrón de distribución espacial que indica una correlación entre el nivel socioeconómico de las personas y su disposición a evadir, mostrando que comunas más vulnerables presentan niveles de evasión más altos. Junto con el complemento de los resultados cualitativos asociados, se proponen políticas públicas a aplicar y futuras líneas de investigación que apunten a mejorar la realidad de la evasión en Transantiago.

ABSTRACT

Fare evasion has been a problem on several transport systems in the world. Currently, Transantiago has an evasion rate of 28%, one of the highest in the world. The lack of a clear answer to what causes high evasion rates and the low effectiveness of the measures applied motivates this study in order to propose policies to tackle fare evasion. Using econometric estimations, a temporal analysis is performed, searching for the factors that have influenced the increase on the evasion rate. Also, a statistical spatial analysis that studies the socioeconomic factors affecting fare evasion is presented, searching for the existence of demographic patterns. This is complemented with a qualitative analysis based on semi-structured interviews. Results from an autoregressive model of fare evasion show that it is not driven up over time by an increase on the bus fare or the public approval of the system, but rather by a time trend, arguably caused by sociological group behavior effects. A possible explanation is the existence of a contagion effect in the individuals' behavior when exposed to dishonesty of others. In addition, most of the measures applied over time do not show significant impact on the aggregate level, except for changes in the contracts with bus operators that show a temporary reduction, and a mix of political factors that trigger a temporary rise in the evasion at the beginning of the system. Finally, there is a spatial distribution pattern that indicates a correlation between the socioeconomic level of people and their willingness to evade the payment, showing that most vulnerable municipalities have higher evasion rates. Based on these analyses, and the complement of the associated qualitative results, public policies are proposed to be applied and future lines of research aimed at improving the reality of evasion in Transantiago.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

La evasión de la tarifa ha sido un problema en muchas ocasiones en la historia de los sistemas de transporte en el mundo. Ciudades de países desarrollados han tenido que enfrentar este problema, presentándose como una preocupación inminente cuando se busca desarrollar sistemas de transporte que mejoren la calidad de vida de las personas. Uno de estos casos es el de Londres, donde Transport for London tuvo que lidiar con la evasión de la tarifa en buses a pesar de tener un sistema distinto tanto en montos como en la forma de recolección del pago que los de Transantiago (Transport for London, 2013).

En Santiago, las *micros amarillas*, el sistema de transporte público de la ciudad desde 1991, fue reemplazado el 2007 por un nuevo sistema de transporte: Transantiago. Este sistema fue definido bajo la idea de integrar distintos modos de transporte público (i.e. buses y metro). Uno de los cambios más importantes fue el pasar de un pago en efectivo a los conductores, al uso de una tarjeta electrónica (llamada tarjeta BIP!) que los usuarios deben cargar antes de entrar a un bus o al metro. Otro cambio importante fue la introducción de un sistema de cobro integrado donde los pasajeros deben validar su pasaje cada vez que se suben a un bus o que entran al metro, cobrándoles solo una vez en un periodo de dos horas desde la primera validación. Debido a este cambio, el metro, que presentaba una baja partición modal, pasó a ser más accesible (en términos económicos) y a entenderse como la columna vertebral del sistema de transporte en Santiago.

Sin embargo, actualmente Transantiago cuenta con distintos problemas asignables tanto a la dificultad que tuvo su implementación (Muñoz y Gschwender, 2008) como a problemas operacionales que han persistido con el tiempo (por ejemplo, el aumento en el número de transbordos de cada viaje). Así, uno de los principales dolores con los que cuenta hoy el sistema es la alta evasión de la tarifa, la cual se presenta como una amenaza al correcto funcionamiento del sistema de superficie en Santiago (Figura 1-1).

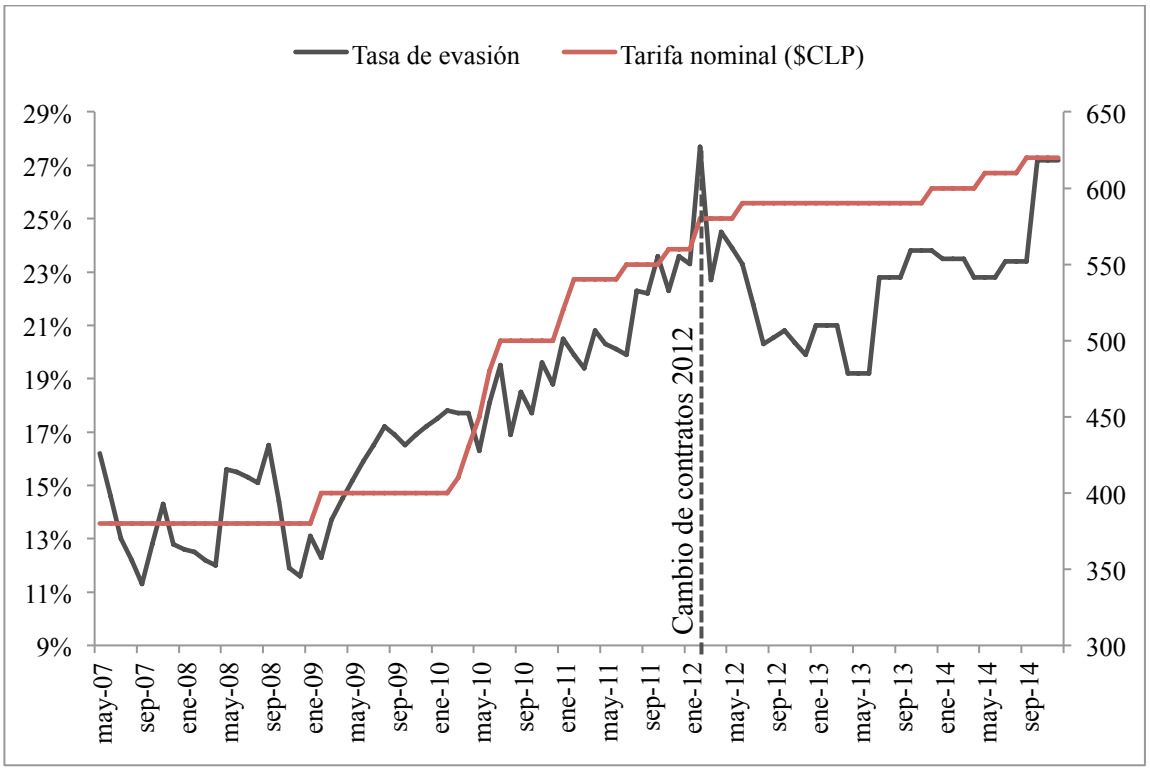

Figura 1-1 Cambio temporal en la evasión y tarifa de Transantiago del 2007 al 2014

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DTPM (2014)

En la Figura 1-1 se pueden observar dos series tendenciales. La línea negra representa la tasa de evasión en el tiempo, mientras que la línea roja muestra cómo ha variado la tarifa (tarifa normal para buses) de Transantiago desde su inicio hasta fines de 2014. Se nota que ambas muestran tendencias similares, además de que el quiebre que se produce en la tasa de evasión a principios de 2012 coincide con un cambio de contratos con los operadores.

1.2 Motivación y objetivos

El aumento en la evasión no solo es negativo en cuanto al comportamiento deshonesto de las personas, sino que también por la significativa pérdida económica que produce. Cabe destacar que no todos los tipos de evasión producen necesariamente pérdidas para el sistema en su conjunto, debido a que cuando una persona valida en el metro y luego no valida en el bus significa un ahorro para el sistema debido a que no se le tendrá que

pagar al operador el pasaje de esa persona, pero siempre implicará una pérdida para el operador respectivo. Sin embargo, la configuración de los viajes de las personas y los altos niveles de evasión, además de las compensaciones que reciben las empresas operadoras por parte del Estado por la baja en validaciones, producen que hoy la pérdida por evasión se estime en $22 mil millones (DTPM, 2015), monto que podría ser invertido en mejorar la calidad del sistema tanto en niveles de servicio como en infraestructura del sistema de transporte.

A pesar de que en ciertos periodos la tasa de evasión ha disminuido (como muestra la Figura 1-1, el 2012 hubo una baja importante), la mayoría del tiempo esta ha presentado una tendencia al alza. Para enfrentar este problema se han aplicado diferentes políticas, la mayoría de ellas bajo la idea de que la respuesta al problema es tener mayor fiscalización y control. Destacan, entre otros, campañas de publicidad, mayor inspección en los buses, aumento en la cantidad de zonas pagas, y cambios en los contratos con los operadores (Torres-Montoya, 2014). A pesar de estos esfuerzos, ninguna de ellas ha tenido efectividad en reducir la evasión de manera sostenible y efectiva en el tiempo.

Guarda et al. (2016) realizaron una predicción de la tasa de evasión en función de distintas características de los buses como el número de puertas, el ingreso medio de la municipalidad donde se encuentra la parada del bus, la hora del día, el nivel de ocupación del bus, entre otros. Por su parte, Torres-Montoya (2014) investigó sobre los efectos que tuvo en la evasión el cambio de contratos con los operadores el 2012, ampliando además los aspectos que están involucrados en la decisión de evadir de la gente, más allá de las medidas de fiscalización utilizadas. Ambos estudios, junto con la falta de medidas efectivas y las grandes pérdidas económicas, motivan la realización de este trabajo.

Los objetivos de este trabajo son: (1) encontrar las razones del alza de la evasión en el tiempo mediante un análisis econométrico temporal, utilizando distintas explicaciones potenciales del sistema de transporte y del comportamiento de la gente, y (2) verificar la existencia de patrones sociodemográficos en cuanto a las altas tasas de evasión mediante

un análisis estadístico espacial. Se espera que la mayor contribución del presente trabajo sea confirmar teorías y derribar mitos que son usualmente utilizados para justificar la implementación de ciertas medidas, encausando posibles políticas públicas a partir de las conclusiones obtenidas.

Todo esto se complementa con la realización de un análisis cualitativo mediante entrevistas semi-estructuradas a operadores de Transantiago, tanto para descubrir nuevos factores a analizar como para comprobar las hipótesis y conclusiones obtenidas con el análisis cuantitativo.

1.3 Estructura

Esta tesis se divide en siete capítulos. El segundo capítulo presenta el marco teórico, el cual contiene una revisión de literatura asociada a la evasión y a otras temáticas relevantes para realizar el estudio. El tercer capítulo contiene el análisis temporal realizado, donde se describe la metodología utilizada, la formulación y la estimación del modelo, con lo cual se analizan los resultados obtenidos. El cuarto capítulo contiene el análisis espacial, el cual contiene la metodología utilizada en los análisis realizados. El quinto capítulo describe el procedimiento que se llevó a cabo para realizar el análisis cualitativo y los resultados de las entrevistas a los operadores. El sexto capítulo enuncia posibles políticas públicas a aplicar de acuerdo a los resultados obtenidos y propone líneas de investigación futuras. Por último, el séptimo capítulo presenta las conclusiones.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta una revisión bibliográfica sobre temas relacionados con la evasión y el transporte público en Santiago, además de información que enmarca las metodologías a utilizar en este estudio. En primer lugar, se describen las teorías asociadas al comportamiento de los evasores y críticas a estas. Luego, los distintos perfiles de los evasores y la profundización en los aspectos sociológicos y psicológicos relacionados al comportamiento antiético. Seguido de esto se presenta la relación entre el transporte público y la ciudad para entender la necesidad de un análisis espacial. Por último, se revisa la metodología actual de medición de la evasión y las políticas aplicadas para reducir la evasión de Transantiago.

2.1 La evasión como un fenómeno complejo

Para estudiar la evasión es necesario entender el porqué se genera este comportamiento en las personas. Para esto, se describen teorías asociadas al comportamiento evasor de la tarifa tanto en sistemas de transporte como en otros asociados.

2.1.1 Teorías económicas en el estudio de la evasión

Una de las teorías más trabajadas en el mundo sobre la evasión de la tarifa asume a los individuos como tomadores de decisión racionales que buscan maximizar su utilidad esperada (Kooreman, 1993). En esta línea, existen distintos enfoques, los cuales obedecen por un lado a la maximización de la utilidad esperada por parte de los individuos (Polinsky y Shavell, 1979), o bien a la maximización de la utilidad por parte de las agencias (Boyd et al., 1989).

1. A partir de una crítica al modelo de impuesto pigouviano (donde las personas realizan una acción solo si su beneficio es mayor al costo externo que esta produce), Polinsky y Shavell (1979) realizan un análisis acorde a la maximización de utilidad de los individuos mediante la construcción de un marco de referencia sobre el *trade-off* entre la probabilidad de ser multado y el valor de la multa, proponiendo una actualización que incluya la aversión al

riesgo de las personas, pero aun así asumiendo que todos los individuos tienen igual nivel de riqueza.

2. Por su parte, Boyd et al. (1989) construyen un modelo que muestra la relación entre las ganancias del sistema de transporte público y los niveles de inspección para encontrar el óptimo nivel de inspección en función de las ganancias obtenidas. En este modelo, los pasajeros son neutrales al riesgo.

Kooreman (1993) contrasta ambos trabajos (de elección de usuarios y de elección de las agencias) con datos empíricos de tal forma de verificar la teoría de maximización de utilidad esperada, confirmándola para los siete sistemas de transporte público utilizados.

Por otro lado, Barabino et al. (2013) y Barabino et al. (2014) describen la elección de evadir la tarifa para un individuo según la siguiente probabilidad subjetiva de ser capturado (p_i):

$$p_i < \frac{t}{m} \tag{2.1}$$

Esto significa que una persona evade la tarifa si la utilidad asociada a evadir (equivalente al ahorro de no pagar la tarifa t) excede a la utilidad asociada a no evadir (equivalente al ahorro de ser multado, dado por $p_i m$ donde m es la multa a cobrar). Esta teoría es formulada a partir de la teoría del consumidor donde se asume que los pasajeros son neutrales al riesgo (lo cual se define como razonable en aquellos casos donde los montos de la tarifa y la multa son bajos).

Dado esto, la elección de evadir se deriva exclusivamente de una evaluación económica. El modelo que desarrollan Barabino et al. (2013) busca obtener la tasa de inspección óptima considerando ambos enfoques anteriores: la teoría del consumidor al tomar la decisión de evadir (Polinsky y Shavell, 1979) y la del productor para estimar beneficios (Boyd et al., 1989).

Por último, el acto de evadir la tarifa se puede ver desde un enfoque de juegos de inspección (Avenhaus, 2004), donde el inspector busca detectar al evasor con la mayor probabilidad y en el menor tiempo posible, mientras que el inspeccionado busca evadir

la detección con la mayor probabilidad posible. Esta mirada omite todos los aspectos morales que puedan estar involucrados en la acción de evadir la tarifa (Avenhaus, 2004).

2.1.2 Críticas al enfoque de maximización de utilidad

Existen visiones disidentes a las teorías y planteamientos anteriores, que entienden la evasión como un fenómeno social más complejo, introduciendo la existencia de otros factores en el comportamiento antiético. La suposición de que todos los individuos tienen igual riqueza (Polinsky et al., 1979) o bien la neutralidad al riesgo (Barabino et al., 2013) son limitaciones que presentan los enfoques económicos en cuanto no consideran aspectos de los individuos, ya sean características personales o bien factores psicológicos o sociales.

En este sentido, destaca el trabajo que realizaron Bucciol et al. (2013), quienes mediante un estudio empírico en la ciudad de Reggio Emilia, Italia, caracterizaron a los evasores de una muestra según sus creencias y sus distintas características demográficas (ocupación, aversión al riesgo, edad, género, entre otros). Dentro de las conclusiones que sacaron, destaca que viajar con otras personas correlaciona con la probabilidad de tener un ticket (o de no tenerlo), y su efecto depende de quién es el pasajero y los que lo acompañan.

Polinsky y Shavell (1991) realizan una nota a su trabajo previo acerca de las multas óptimas cuando la riqueza varía entre los individuos, lo cual no era considerado en su estudio anterior. En esta concluyen que si la probabilidad fuera escogida independiente para cada individuo según sus diferentes niveles de riqueza, la multa óptima sería distinta e igual al nivel de riqueza, lo cual muestra otro aspecto que se omite al momento de establecer políticas de fiscalización a la evasión.

2.2 Perfiles de los evasores

Según Gallegos (2016), quien se basa en el estudio de Factor Estratégico del año 2010 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), es posible distinguir distintos tipos de evasores:

1. *Evasores crónicos o duros*: Quienes deciden usar el transporte público sin pagar y planifican su viaje mediante estrategias que se lo permitan. Estos pueden ser encubiertos, mediante la utilización de tarjetas con pagos especiales como el pase escolar de básica o superior; o desinhibidos, quienes evaden sin intentar disimularlo.
2. *Evasores oportunistas*: Son usuarios que no pagan la tarifa en caso de que se les permita. Frente a la existencia de impedimentos físicos, como torniquetes o zonas pagas, utilizan su tarjeta cargada.
3. *Evasores grupales*: Grupos de usuarios que aprovechan la cantidad de personas para evadir, facilitando el no pago de la tarifa en usuarios que no lo tenían decidido *a priori*.
4. *Evasores blandos o circunstanciales*: Son quienes pagan regularmente su pasaje, y al momento de no hacerlo esto se debe a que presentan dificultades puntuales, ya sea por falta de saldo o bien porque el bus viene a capacidad e ingresan lejos del validador.

2.3 Comportamiento antiético: aspectos sociológicos y psicológicos

La literatura en torno a comportamientos deshonestos es amplia en cuanto a sus causas y efectos. Desde la sociología, Gino et al. (2009) introduce el concepto de efecto contagio en el comportamiento antiético, lo cual significa que los individuos pueden cambiar su comportamiento cuando se exponen a la deshonestidad de otros. En ese sentido, los resultados de sus dos experimentos sugieren que la forma en la que las personas reaccionan al comportamiento antiético de otros depende de las normas sociales implicadas y la prominencia del acto deshonesto (Gino et al., 2009). Otros trabajos han demostrado que aspectos macro componentes como el clima y la cultura ética son predictores importantes en la frecuencia de actos deshonestos (Loe et al., 2000), pero en este caso se agrega la importancia que tienen micro elementos como el comportamiento de una persona en un grupo.

Gino et al. (2009) definen tres fuentes de influencia en el contagio según el comportamiento de otros, de las cuales dos resultan muy atractivas de analizar en función del aumento de la evasión en Transantiago. La primera corresponde al cambio en la percepción de la probabilidad de ser capturado haciendo trampa debido a que otros no son capturados cuando lo hacen. La segunda forma de influenciar el comportamiento de otros es que se cambie la comprensión que se tiene de las normas sociales relacionadas a la deshonestidad debido al comportamiento del resto.

Cialdini y Trost (1998) realizan un marco sobre normas sociales en donde destaca el cómo estas se transmiten. En particular, mencionan que una de las características más importantes en las normas sociales es que estas no existen si no son compartidas con otros. En este sentido toma especial importancia el rol de las relaciones interpersonales al momento de influenciar a otros, por lo que la influencia social que tienen unos sobre otros es un aspecto central en la interacción social. Las personas buscan influenciar y dejarse influenciar en muchos segmentos de sus vidas, y por tanto son propensas a adquirir ciertos comportamientos cuando son influenciadas por otros. En este sentido, los procesos de influencias pueden ser utilizados también para mover a las personas de malos comportamientos hacia direcciones positivas, creando las condiciones para nuevas oportunidades de cambio (Cialdini y Trost, 1998).

Hatfield et al. (1994) conceptualizan la idea de contagio emocional, definido mediante la interacción de múltiples fenómenos psicofisiológicos, de comportamiento y sociales. En este sentido, concluyen que estos pueden ser producidos por estímulos innatos, adquiridos o simulados (mentales e imaginarios). Por otro lado, definen el contagio emocional como un fenómeno multinivel: nace del comportamiento de un individuo, es percibido o interpretado por uno o más de otros individuos, y provoca finalmente la reacción correspondiente o las emociones complementarias.

Desde la psicología, Ruedy et al. (2013) hablan sobre el rol crítico de las emociones en cualquier decisión, particularmente en las éticas. Estas decisiones son en general personales y muy relevantes para quien las realiza, por tanto muy difíciles de

monitorear. En este sentido, quienes reconocen, posiblemente de la experiencia, que pueden encontrar beneficios materiales o psicológicos al realizar un acto deshonesto, pueden estar muy motivados a comportarse de forma deshonesta. Dentro de los principales resultados que enuncian los experimentos realizados por Ruedy et al. (2013) destaca que hacer trampa es asociado con sentimientos de auto satisfacción e impulso de afecto positivo que persiste incluso cuando se reducen las posibilidades de auto engaño sobre el comportamiento poco ético.

Shalvi et al. (2015) enfocan su estudio del comportamiento ético en el análisis de actos intencionales realizados cuando las personas, conociendo las reglas éticas, actúan de tal forma en que se benefician a sí mismos o al grupo al que pertenecen. En este sentido, las justificaciones personales son la forma mediante la cual quienes infringen las reglas dan razones para hacer que comportamientos cuestionables se vean de forma ética, en la medida en que atenúan la amenaza a la moral personal. De la misma forma, los separan en aquellas justificaciones previas (que excusan el acto a cometer) y posteriores al acto (que lo justifican o compensan).

2.4 Transporte público, ciudad y segregación espacial

El transporte público de una ciudad se ve directamente relacionado con su configuración espacial. Cualquier política pública que se piense sobre dos realidades sistémicas interactuando como el transporte y la ciudad, será algo complejo pues tendrá un efecto sobre el conjunto (Correa, 2010). Ya sea por su tamaño, su forma, o la distribución de las municipalidades, el transporte público deberá entender las características y las consecuencias que presenta la ciudad en la que está inserto.

En este sentido, las características de Santiago se presentan como un aspecto relevante a analizar. En particular, las grandes diferencias que presentan las comunas que la conforman en lo que refiere al ingreso, educación y otros:

> *"Santiago es una ciudad con una gran segregación socioeconómica. La ubicación de los grupos de ingresos similares en el área urbana está claramente diferenciada. Los grupos de más altos ingresos se encuentran en sólo 6 de las 34*

comunas. Por su parte, los grupos de menores ingresos aparecen en sólo 20 comunas. La calidad de la infraestructura básica y de los servicios públicos es muy diferente entre distintos barrios o sectores de la ciudad. Si bien la cobertura es casi total, la calidad es desigual" (Rodríguez y Winchester, 2001).

Esta concentración de riqueza y segregación socioeconómica se pueden ver reflejadas al visualizar las diferencias de ingreso entre las distintas zonas de Santiago, como muestra la siguiente figura:

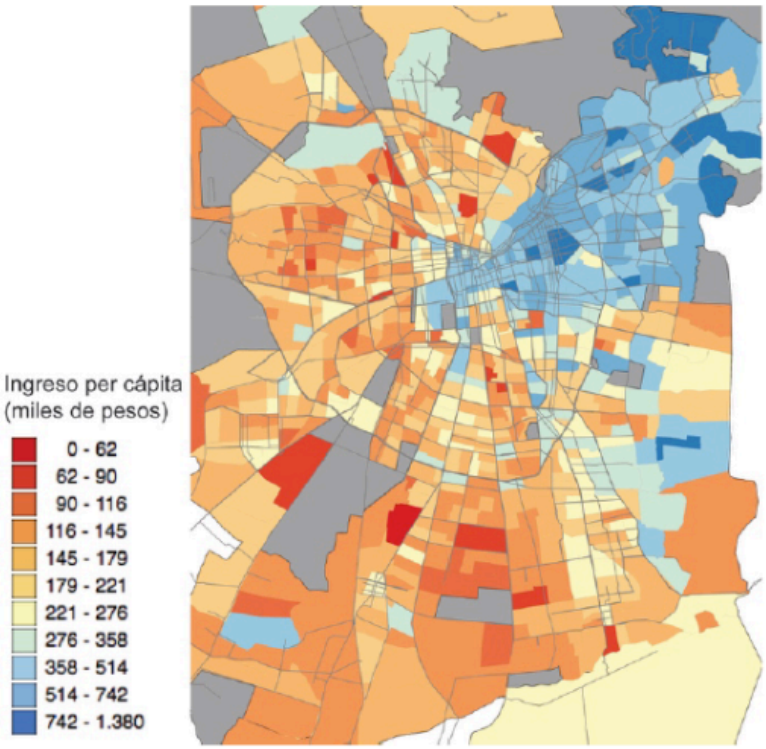

Figura 2-1 Ingreso per-cápita zonal promedio en Gran Santiago, en miles de pesos

Fuente: Niehaus (2016)

2.5 Metodología de medición de la evasión en Transantiago

El MTT recolecta información sobre evasión de la tarifa en buses desde mediados de 2007. Las mediciones son realizadas en terreno bajo el concepto de pasajero incógnito con inspectores vestidos como civiles, las cuales se registran en un papel para ser luego validadas. La selección de buses ha cambiado en el tiempo, en un inicio era fija, y a

partir de 2012 se dinamizó al comenzar a incluir los cambios en los recorridos de Transantiago (Subsecretaría de Transportes, 2015a).

Cada medición recolecta información sobre cuánta gente se subió al bus, cuánta gente no validó, cuántos se bajan, la hora y el día, entre otras características del bus. Esta información es recopilada a partir de las mediciones de todos los inspectores trabajando en las rutas de buses escogidas para la muestra, y sistematizadas, obteniendo una tasa de evasión por mes.

Una de las limitaciones que presenta esta metodología es la forma de medir la evasión en las zonas pagas, debido a que se asume que debido a su existencia nadie evade en ese paradero (Subsecretaría de Transportes, 2015a), a pesar de que en muchas ocasiones existen pasajeros que de igual forma no pagan su pasaje. Asumir 100% de pago en las estaciones con zonas pagas sobreestima su efecto y subestima la tasa de evasión.

Por otro lado, al revisar la base de datos para los distintos meses, partiendo desde mediados de 2007 a fines de 2014, se encuentran distintos problemas. En primer lugar, muchas comunas no cuentan con información sobre evasión del pago para varios meses, al igual que los recorridos, por lo que es imposible seguirlos en el tiempo. Esto dificulta la focalización de políticas para reducir la evasión y puede afectar en la estimación final, al tomar lugares o recorridos que presentan mayor evasión que otros. Más detalle en el Anexo 1.

En segundo lugar, a partir de 2012 (antes no se realizaba unidad básica) la unidad de estimación básica son las Unidades de Negocio, con ponderación y estratificación de los recorridos de acuerdo a su carga (Subsecretaría de Transportes, 2015b) y no por zona, lo dificulta el análisis espacial de la evasión entendiendo que cada operador pasa por más de una comuna con sus recorridos.

Cabe destacar que el cambio en las mediciones de la evasión también puede considerarse como una limitación en el análisis, entendiendo que la muestra de los buses se comenzó a cambiar y a que la medición pasó de ser mensual a trimestral (aumentando la muestra). Las aproximaciones realizadas para afrontar este problema son descritas en el capítulo 3.

2.6 Políticas aplicadas para disminuir la evasión en Transantiago

2.6.1 Inspección

Desde el año 1992 el MTT cuenta con un Programa de Fiscalización que está a cargo de controlar el cumplimiento de la normativa vigente sobre seguridad, las condiciones técnicas de los vehículos y la calidad de los servicios (Programa de Fiscalización, 2016a). Estos últimos años, entendiendo el contexto del inicio del Transantiago y la alta evasión en los buses, este programa tomó el rol de fiscalizar y controlar la evasión. Así, la fiscalización ha sido el foco de las medidas anti-evasión que se han implementado en Transantiago.

Esta fiscalización se realiza mediante inspectores que suben a los buses (generalmente dos inspectores por bus) donde bajan del bus y luego multan a quienes no pagaron la tarifa al subir o bien a quienes no portan la tarjeta BIP!. Para hacer efectiva la multa (67 mil pesos por infracción), los inspectores gubernamentales deben ir acompañados de al menos un carabinero, debido a que no cuentan con las atribuciones necesarias.

Tirachini y Quiroz (2016) muestran como los niveles de inspección en Santiago son insuficientes, en cuanto solo 1 viaje de cada 1000 es fiscalizado según datos del 2014. De la misma forma, la ineficiencia del proceso se considera como un factor importante, tanto que las tasas de multas/controles para el 2013 no superaban el 9% para ninguna comuna de Santiago (Quiroz, 2015), mientras que la tasa de evasión se encontraba sobre el 20%.

2.6.2 Infraestructura

Dentro de las medidas de control de la evasión, surgen naturalmente aquellas que generan a las personas un impedimento físico a evadir, dentro de las cuales destacan dos bastante aplicadas en Santiago. En primer lugar, las zonas pagas: estaciones cerradas en las paradas de buses donde la gente debe pagar antes de subir al bus, las cuales son usualmente situadas en estaciones de alto flujo de pasajeros (DTPM, 2012). A pesar de

que su objetivo inicial era disminuir tiempos de subida y bajada del bus, ha tenido buenos resultados en la reducción de la evasión.

Las zonas pagas forman parte del sistema como elemento importante desde el año 2012, y se cree que la efectividad de las zonas pagas es muy alta en el paradero en el que se sitúan. Existen zonas pagas instaladas tanto por el MTT como por los operadores. Sin embargo, el traspaso de responsabilidad a estos últimos ha generado problemas en aquellos paraderos en los que circulan buses de distintas empresas, debido a que, tal como fue mencionado por uno de los operadores en una conversación personal, los incentivos para que un operador realice la inversión en infraestructura no son suficientes, y la coordinación entre las distintas empresas operadoras para colaborar en su instalación resulta difícil en la práctica.

Por otro lado, se encuentra la instalación de torniquetes en la puerta delantera dentro del bus. A pesar de su previa existencia en ciertos recorridos y empresas, en el marco del Plan Especial de Control de Evasión en diciembre de 2015, el MTT inició un plan piloto con la instalación de 108 torniquetes en buses de la empresa Red Bus (Programa de Fiscalización, 2016b).

2.6.3 Publicidad y estrategias comunicacionales

Las campañas publicitarias o propagandísticas también han sido una de las medidas utilizadas por el MTT para controlar la evasión.

Los usos de la propaganda se distinguen en distintos momentos de la historia. Un caso emblemático es el de la Segunda Guerra Mundial, donde se utilizó como mecanismo de control de masas (más conocido como psicología de masas) bajo la idea de la influencia de los medios de comunicación en las personas (Tironi, 2011). En este sentido, la propaganda se acerca a la persuasión en cuanto busca manejar las actitudes colectivas y tiene la intención de cambiar las visiones de las personas a favor de una causa (Tironi, 2011).

Este potencial que presenta la comunicación estratégica cobra especial importancia al enfrentarse a un sistema como el Transantiago, con niveles de aprobación bajos y que mantiene niveles de evasión amenazantes para la sustentabilidad del sistema.

Dentro de las experiencias exitosas, Torres-Montoya (2014) describe la publicidad anti-evasión realizada en Londres, Inglaterra y los efectos que esta tuvo en el cambio de comportamiento de la población. De la misma forma, Tirachini y Quiroz (2016) mencionan el caso de Melbourne y el éxito que tuvo la propaganda en la reducción de la evasión. Se pueden ver ejemplos de ambas campañas en el Anexo 2.

2.6.4 Cambio en contratos

Uno de los elementos críticos que definen la eficiencia de la formalización y la operación del transporte público es la preparación de un sistema de contratos robusto que apunte a la correcta operación del servicio (Gómez-Lobo y Briones, 2013). Su rol es asegurar estabilidad, certeza y sustentabilidad financiera, protección legal de los proveedores, y que el servicio de transporte público satisfaga las necesidades de la población (Gómez-Lobo y Briones, 2013).

Desde el inicio de Transantiago, han habido distintos cambios de contrato con los operadores de buses. El 2012, el MTT renegoció los términos de los contratos existentes, estableciendo nuevas reglas del juego al transferir gran parte del riesgo financiero de la evasión a los operadores e incorporando incentivos para el control de la evasión (Torres-Montoya, 2014).

El pago a los operadores cambió de un 90% de la ganancia basada en los kilómetros recorridos y un 10% según la demanda, a ser casi en un 70% basado en un indicador pasajero/km y solo 30% en una base por kilómetro recorrido (Torres-Montoya, 2014). A pesar de que el resultado mostró mejoras instantáneas en los niveles de evasión, estos recuperaron su tendencia al alza al año siguiente.

2.7 Inclusión de análisis cualitativos en estudios cuantitativos

Según Sarduy (2007), los estudios cuantitativos se presentan como análisis que se utilizan para realizar clasificaciones de datos, descripciones de la realidad social, y en cierta medida, formulación de explicaciones para fenómenos. Este último análisis busca encontrar la fuerza de asociación o relación entre las variables y sacar resultados objetivos y posibles de generalizar a partir de una muestra. Sin embargo, una desventaja es que basa su análisis en los resultados numéricos del estudio, desconociendo posibles hallazgos que no entregan los números.

Así mismo, Sarduy (2007) define la investigación cualitativa no solo como una descripción de hechos, sino también la búsqueda por comprenderlos estudiando contextos y tratando de identificar la naturaleza de las realidades, las relaciones que presenta y la estructura dinámica de estas. Los estudios cualitativos se comunican con los sujetos asociados y logran obtener informaciones ocultas en lo numérico, a partir del estudio sobre los investigados, como es el caso de las entrevistas. Es por esto que la conjugación de investigaciones cualitativas y cuantitativas puede ofrecer resultados fiables para la toma de decisiones, en cuanto el empleo de ambos procedimientos podría ayudar a corregir los sesgos propios de cada método.

2.8 Principales estudios realizados sobre evasión en Transantiago

Torres-Montoya (2014), a través de un análisis descriptivo, mostró los efectos inmediatos que tuvo el cambio de contratos con los operadores el año 2012 en cuanto a la reducción que produjeron en la tasa de evasión. Además, enunció distintos factores que pueden estar influyendo en los niveles de evasión, ampliando las posibilidades y estableciendo una combinación de factores como causantes de la evasión, como la percepción de los pasajeros sobre el transporte público, su ingreso, el sistema de pago, entre otros.

El año 2016 Guarda et al. publicaron un análisis econométrico de la tasa de evasión en Transantiago según aspectos operacionales y de infraestructura. En este trabajo, se realizó un análisis de corte transversal para un mes de mediciones, usando dos modelos

de conteo: Poisson y Binomial Negativa. Los resultados ayudan a predecir las tasas de evasión basándose en características de los servicios de buses, el número de puertas del bus, el nivel promedio de ingreso de la municipalidad en la que se ubica la parada de bus, la hora del día, el nivel de ocupación del bus, entre otros.

Tirachini y Quiroz (2016) realizaron un análisis sobre la evasión en sistemas de transporte en el mundo, donde recomendaron políticas a aplicar en Santiago a partir de la efectividad que han tenido las políticas aplicadas en otros países como las multas, niveles de fiscalización y características como los precios de la tarifa. Su principal conclusión es que los niveles de fiscalización que se utilizan en Santiago son muy bajos en comparación con otras ciudades del mundo. En este sentido, recomiendan subir la inspección de forma significativa, tanto la cantidad de buses fiscalizados como la cantidad de fiscalizadores por bus. Acompañan esta medida de un paquete integrado que incluye campañas publicitarias y tarifas preferenciales.

Por último, Gallegos (2016) realizó una construcción de factores de corrección por evasión para la matriz origen-destino de viajes en Transantiago obtenida a partir de las transacciones BIP!. Así, trabaja con la matriz incluyendo aquellos viajes que no aparecían (realizados en bus y evadidos) o bien corrigiendo la distorsión de los viajes estimados para aquellos que utilizan metro y bus (y evaden en una de las etapas). A partir de esto, saca conclusiones en cuanto al comportamiento de la evasión, y propone teorías que responden a los patrones que muestra la evasión blanda y dura.

2.9 Tratamiento de datos longitudinales y transversales

El presente estudio nace como una continuación al análisis de corte transversal realizado por Guarda et al. (2016) para un mes. Este tipo de análisis refleja el equilibrio a largo plazo de las respuestas a los factores que influyen en la evasión, mientras que los análisis temporales incluyen ajustes de corto plazo también. En este sentido, inicialmente se tenía la idea de realizar un panel de datos para analizar datos temporales (T) de la evasión en las distintas comunas de Santiago (N). El tratamiento de datos mediante metodologías de panel es utilizado en investigaciones que buscan modelar el

comportamiento de individuos (o la unidad correspondiente a seguir) en el tiempo. El objetivo principal de la utilización de datos de panel es capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre individuos o en el tiempo, la cual no se puede obtener mediante el análisis de series de tiempo o de corte transversal (Mayorga y Muñoz, 2000).

Los riesgos de utilizar datos de panel sin contar con una base de datos adecuada es que se pueden presentar problemas en la estimación del panel, o bien se pueden sacar conclusiones incorrectas a partir de los resultados obtenidos. La metodología de datos de panel requiere que la matriz N, T a estimar tenga un gran número de comunas (N) y un pequeño número de periodos de tiempo (T) para que no se presenten problemas en la estimación, especialmente para estudios con variables endógenas (Labra y Torrecillas, 2014).

Debido a que los datos con los que se cuenta no cumplen de buena forma con los requisitos que esta metodología presenta, se propone analizar ambas dimensiones N, T con metodología separadas: un análisis temporal y un análisis espacial. Existen otras formas de solucionar el problema de la estructura de los datos, como agrupar periodos de tiempo o utilizar metodologías de paneles desbalanceados (sin información para algunos periodos o individuos), sin embargo estos presentan otros problemas como la reducción de la información a utilizar en el análisis, o bien la generación de inconsistencias en los resultados (Labra y Torrecillas, 2014).

Es importante tener en cuenta que al estimar ambas dimensiones (temporal y espacial) de esta forma se puede perder información que corresponde a la omisión de los efectos individuales[1] que provee el panel. Es decir, el análisis de forma independiente produce que se pierda información cruzada entre ambas dimensiones que puede dar más información sobre el fenómeno a estudiar, correspondiente a la heterogeneidad no observable por las series de tiempo que sí capturan los análisis de panel. En este sentido, al momento de evaluar los resultados se debe tener en cuenta la posibilidad de que el modelo no entregue toda la información necesaria para sacar una conclusión definitiva.

[1] Conjunto de datos de un individuo en el tiempo (Labra y Torrecillas, 2014).

3 ANÁLISIS TEMPORAL

El análisis temporal del estudio realizado tiene como objetivo encontrar cuáles han sido los factores que han influido en el crecimiento de la evasión en el tiempo. Se incluirán tanto variables del sistema de transporte como otras que responden a fenómenos políticos y sociales que se distinguen como potenciales a influir el comportamiento de las personas al momento de evadir. En esta sección se presenta, en primer lugar, la metodología correspondiente al análisis temporal, seguida de la descripción de los datos: tanto de la base de datos utilizada como de las variables a incluir en el estudio. Luego se realizan análisis estadísticos de las variables y se finaliza con la estimación del modelo.

3.1 Metodología

Esta sección aborda diversas técnicas econométricas que se utilizan para analizar series de tiempo. En primer lugar se presentará el modelo para estimar la serie, luego las restricciones de estacionaridad, técnicas de cointegración entre variables, y por último, la modelación de los residuos de la estimación realizada.

3.1.1 Modelo de serie de tiempo

En la literatura de tratamientos econométricos sobre datos temporales se pueden encontrar distintos métodos a utilizar. Las variables temporales, como la tasa de evasión en el tiempo, son diferentes de otras variables debido a que existe interacción no solo entre la variable dependiente y las explicativas, sino que también con diferentes periodos de tiempo. Utilizar series de tiempo ayuda a entender la estructura dinámica de las variables temporales (Tsay, 2010). Los modelos autorregresivos (estimación de una variable sobre periodos anteriores de sí misma) permiten incluir efectos pasados, estimando regresiones entre las variables y los efectos de periodos anteriores. Uno de estos modelos es el autorregresivo con residuos autocorrelacionados, el cuál se define de la siguiente forma:

$$y_t = \beta_o + \sum_{i=0}^{N} \beta_i f(x_{it}) + e_t \tag{3.1}$$

$$e_t = \rho\, e_{t-1} + v_t \tag{3.2}$$

donde e_t es ruido blanco: una secuencia de variables con media cero y varianza σ_e^2 , y $f(x_{it})$ un vector de i variables explicativas. Por su parte β_i, β_o y ρ son parámetros a estimar, y v_t el error de la modelación autorregresiva de los errores.

3.1.2 Estacionaridad en el tiempo

La modelación de series temporales requiere que estas sean estacionarias, es decir, que las distribuciones bajo distintos periodos de tiempo no varíen (Tsay, 2010). Para asegurar esta condición se debe verificar que no exista raíz unitaria en el polinomio característico de la ecuación.

Sin embargo, muchas series macroeconómicas crecen en el tiempo presentando tendencias. Una opción común cuando se trabaja con series no estacionarias es transformar la variable dependiente a su diferencia, haciendo que la variable dependiente a estimar sea $Y_t - Y_{t-1}$. Después de diferenciar una vez hay que volver a comprobar la estacionaridad, y en caso de no cumplirse se vuelve a repetir el proceso. Cuando en un proceso la primera diferencia hace que el proceso sea estacionario, la nueva variable dependiente obtenida va a representar los cambios en la variable original $(y_t - y_{t-1})$.

El problema de esta metodología es que cuando la variable dependiente se diferencia para ser estacionaria, se pierde información sobre el nivel de los datos (es decir, no interesa saber no solo cuánto cambia en cada instante sino qué tan alta es la evasión en ese momento). En contraste, otro método que se puede utilizar al tratar con variables no estacionarias es encontrar tendencias que estabilicen el comportamiento para poder modelarlas. Es decir, que al agregar la tendencia en el modelo, se elimine la existencia de la raíz unitaria.

Para testear la estacionaridad con una tendencia determinística se puede utilizar el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) (StataCorp, 2013a).

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \delta t + \sum_{j=1}^{k} \xi_j \Delta y_{t-j} + e_t \tag{3.3}$$

Este se basa en la versión simple del test Dickey-Fuller para verificar la existencia de raíces unitarias, pero agrega un término de tendencia t y rezagos (términos pasados) de la variable estimada Δy_{t-j} para corregir la posible autocorrelación serial. Los términos β, δ y ξ_j son parámetros a estimar. Se define bajo la hipótesis nula de no estacionaridad (presencia de raíz unitaria) (Stadnytska, 2009). De esta forma, si el coeficiente β es igual a uno, con cierto nivel de confiabilidad hay presencia de una raíz unitaria y el modelo es no estacionario (StataCorp, 2013a). Es importante tener en cuenta que al agregar el término de tendencia en la estimación ADF se hace necesario agregarlo luego en la estimación posterior del modelo como variable explicativa.

3.1.3 Cointegración entre variables temporales

Acto seguido, se debe verificar la significancia estadística de las variables potenciales a explicar la tasa de evasión. Es importante tener en cuenta que al tratarse de series temporales se deben considerar también transformaciones de las variables explicativas por medio de sus rezagos, para verificar si existe influencia de otros periodos de tiempo.

Debido a la dificultad que presenta la estimación de series de tiempo por su posible comportamiento tendencial, se debe evitar la utilización de correlaciones espuria entre la variable dependiente y las explicativas, con tal de minimizar la posibilidad de tener buenas correlaciones que respondan solo a efectos casuales (Mahía, 1999).

Dos series de tiempo y_t, x_t estarán cointegradas si su correlación no es espuria, es decir, si una variable causa la otra. En ese sentido, se debe encontrar un valor de β para que el error de la regresión entre las dos series ($e = y_t - \beta x_t$) sea estacionaria (StataCorp, 2013b). Para esto, se utilizan los test de cointegración Engle-Granger y Granger and Newbold, ambos descritos en la sección 3.3 de análisis estadístico.

3.1.4 Modelación de los residuos

Una vez que el proceso es estacionario y que se han estimado las variables significativas, se deben modelar los residuos para que la autocorrelación serial no invalide la inferencia estadística. Un método común para esto es el Cochrane-Orcutt (Cochrane y Orcutt,

1949) técnica iterativa que busca estimar el parámetro ρ (ecuación 3.2). Para esto, se recomiendan cuatro pasos a seguir (Soto, 2010):

1. Estimar el modelo original usando mínimos cuadrados ordinarios y obtener los residuos.
2. Estimar una regresión entre los residuos e_t y su rezago un periodo anterior e_{t-1}, obteniendo el parámetro auxiliar ρ_1.
3. Transformar el modelo usando ρ_1 (es decir, usando como variable dependiente $Y_t - \rho_1 Y_{t-1}$).
4. Volver al primer paso y realizar el ejercicio hasta que ρ converja.

La regresión estará bien estimada si el término de error cumple ciertas condiciones. En primer lugar, los residuos deben ser ruido blanco, para lo que se utilizan los test de Portmanteau y de Bartlett (StataCorp, 2013c). Para analizar la normalidad se pueden utilizar gráficos de ajuste de los residuos.

3.2 Descripción de los datos

En primer lugar se describirá la base de datos construida y luego las variables asociadas, tanto la variable dependiente como las potenciales variables explicativas, las cuales serán utilizadas posteriormente en la modelación de la serie temporal.

3.2.1 Base de datos

Se construyó una base de datos de variables macroeconómicas a partir de información pública, con el objetivo de analizar diferentes factores y políticas aplicadas en el alza de la evasión en Santiago. La tasa de evasión fue obtenida de información publicada por el MTT cada mes. Otras variables temporales se incluyen, como la tarifa de los buses, la estacionalidad, los cambios de contrato con los operadores, entre otros. Cada una de ellas, al igual que sus fuentes de información, será explicada en detalle a continuación.

3.2.2 Variable dependiente

La variable a estimar en el modelo econométrico será la tasa de evasión en Santiago, la cual se obtiene a partir de la metodología realizada por el MTT descrita en la sección 2.5. A partir de estos datos, se utilizan tasas mensuales desde mayo 2007 a diciembre 2014 (92 observaciones), las cuales van de 16,2% a 27,2%. Debido a que desde fines de 2012 se comenzaron a medir las tasas de evasión de forma trimestral, los datos faltantes fueron estimados a partir de una aproximación lineal, la cual resultó ser la mejor estimación que cumpliera con no perder información de los meses con los que sí se contaba con datos.

3.2.3 Variables explicativas

3.2.3.1 Tarifa del bus

Como se muestra en la Figura 1-1, la tarifa del bus ha estado subiendo a lo largo de los años, mostrando una tendencia similar a la tasa de evasión. La hipótesis de inclusión de esta variable se formula bajo la idea de que un alza en la tarifa reduce el presupuesto personal, por lo que la gente puede estar más propensa a evadirla. De esta forma, se considera como una variable que puede influir en el alza tendencial de la evasión en el tiempo.

Es importante tener en cuenta que esta hipótesis se condice con la teoría del evasor como actor racional, la cual modela su comportamiento únicamente según factores racionales sin considerar los psicológicos o sociales (sección 2.1).

La variable es utilizada de dos formas en la modelación. La primera es una variable lineal que representa la tarifa deflactada por inflación con respecto al mes de inicio de la serie de tiempo (tarifa real en referencia a mayo 2007), que se considera como potencial a influir en el alza tendencial de la evasión en el tiempo, tal como muestran las Figura 3-1 y 3-2.

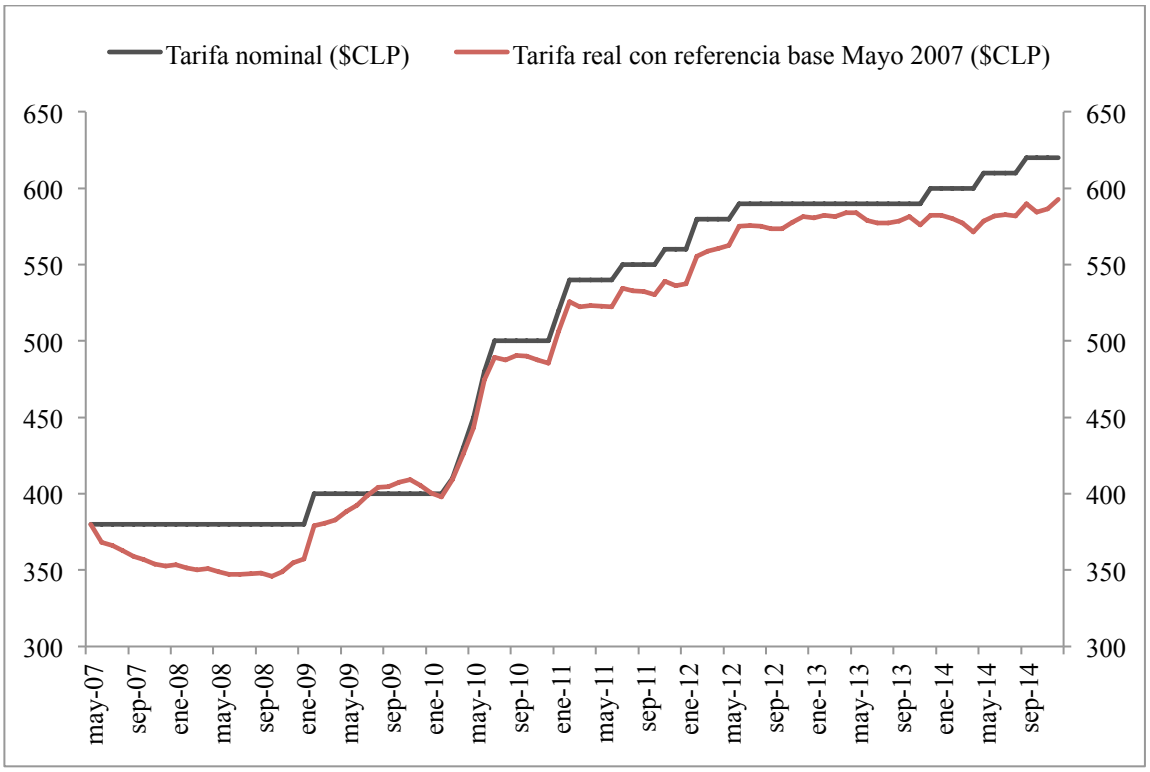

Figura 3-1 Tarifa deflactada según inflación

Fuente: Elaboración propia

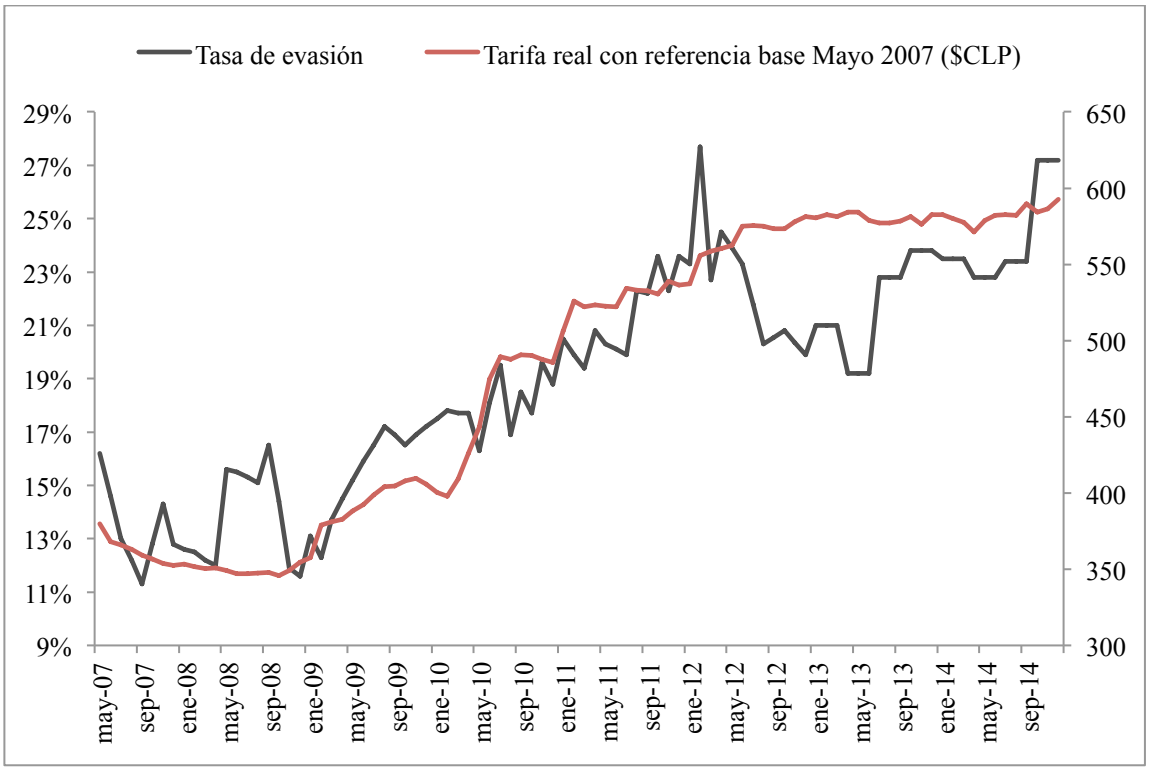

Figura 3-2 Tarifa real y tasa de evasión

Fuente: Elaboración propia

La segunda variable es un shock en periodos donde existió un alza importante en la tarifa en muy poco tiempo, modelada como una variable binaria que toma el valor de 1 cuando el shock ocurre y 0 cuando no. En la Figura 3-1 se puede ver que ese periodo se produce a partir del mes 3 del año 2010, cuando comienza a subir la tarifa mes a mes hasta el mes 7 del mismo año. Para efectos de la estimación del modelo, se toma el último mes de este periodo para la modelación del shock, donde la variable binaria toma valor 1.

La información relacionada con la tarifa y sus cambios fue proporcionada por la Dirección de Transporte Público Metropolitano (DTPM).

3.2.3.2 Cambio en los contratos

Como fue desarrollado en la sección de Marco Teórico, los contratos son parte fundamental de todo sistema de transporte público en cuanto regulan el correcto funcionamiento de este. En particular, el cambio de contratos del 2012 resulta particularmente atractivo en el análisis de la evasión, ya que cambió los incentivos que tenían los operadores para controlarla.

Para cuantificar este efecto, este cambio de contratos es modelado mediante el uso de una variable binaria que toma el valor 1 en todos los periodos donde los contratos han contado con estos incentivos (a partir de marzo 2012), lo cual significa que la variable es 1 en todos los momentos donde los operadores han tenido incentivos a controlar la evasión, no solo por el cambio puntual de contratos. Además, se utiliza una modelación alternativa, porque a pesar de que el cambio de contratos sucedió en marzo 2012, recién en mayo la mayor parte de las empresas se encuentran con sus contratos operativos. Esta variable funciona también como una variable binaria que vale 1 ó 0 en los periodos correspondientes. En la Figura 3-3 se puede observar el comportamiento de ambas variables.

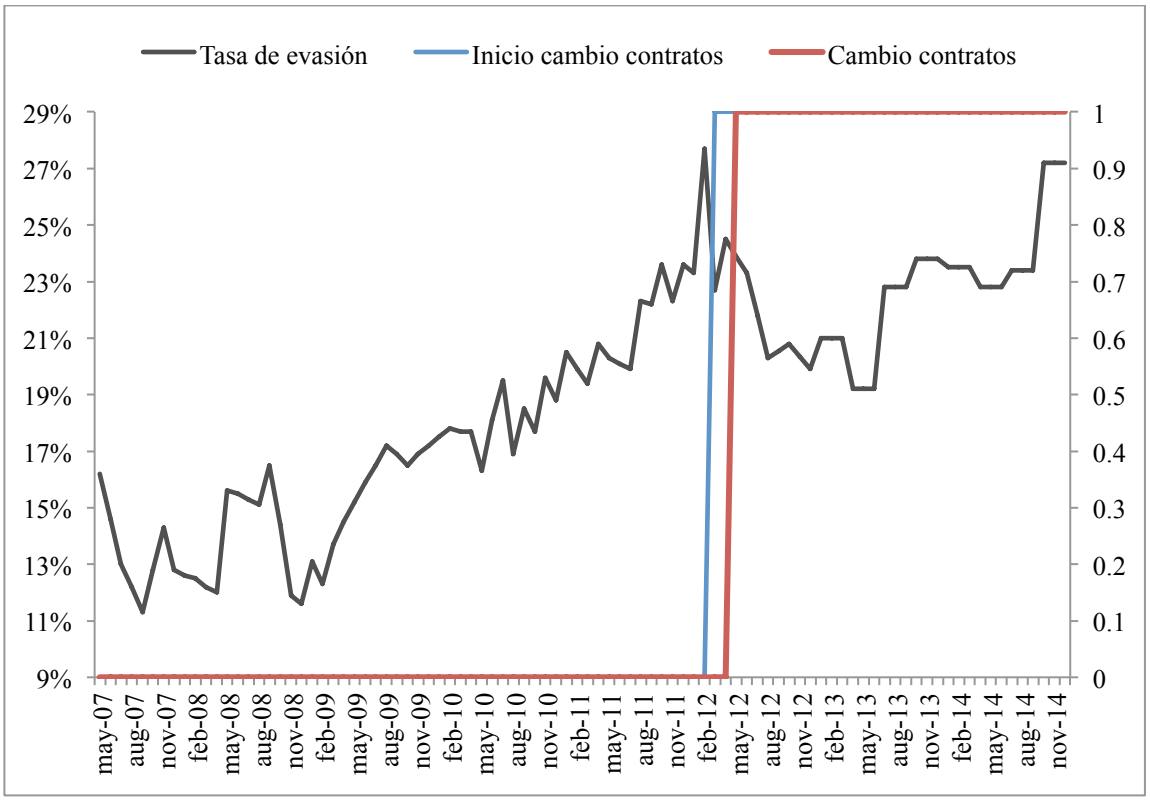

Figura 3-3 Cambio de contratos y Control de las empresas

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3 Nivel de fiscalización

Como fue mencionado en el capítulo 2 (Marco Teórico), como parte de las políticas aplicadas durante la historia de Transantiago se pueden encontrar diferentes medidas que van en la línea de la fiscalización. Para el estudio se cuenta con una base de datos para los años 2013 y 2014 de inspecciones realizadas por encargados gubernamentales que da cuenta del número de multas por cada vez que uno de ellos se sube a un bus. Además de la cantidad de multas, cada observación tiene información del lugar, la hora y el bus en la cual fue realizada.

En esta investigación se espera verificar la hipótesis de que el aumento en la fiscalización ha tenido resultados en la reducción de la evasión en Santiago. Para esto, se analizan dos variables como aproximaciones al nivel de fiscalización: el número de

multas por mes y el número de inspecciones. A pesar de no contar con el periodo de tiempo completo del análisis (2007 a 2014), se utilizarán los datos existentes de 24 meses para confirmar o derribar la hipótesis planteada.

Es importante tener en cuenta que la variable *Multas por mes* podría presentar endogeneidad con la evasión, en cuanto las multas pueden subir cuando hay mayor evasión, dado que estas se imparten exclusivamente a quienes evaden. Las inspecciones por mes, por su parte, no cuentan con esta característica directamente, por lo que no existe riesgo de endogeneidad. Por esto, la variable a analizar será la cantidad de inspecciones por mes[2], presente en la Figura 3-4 a continuación.

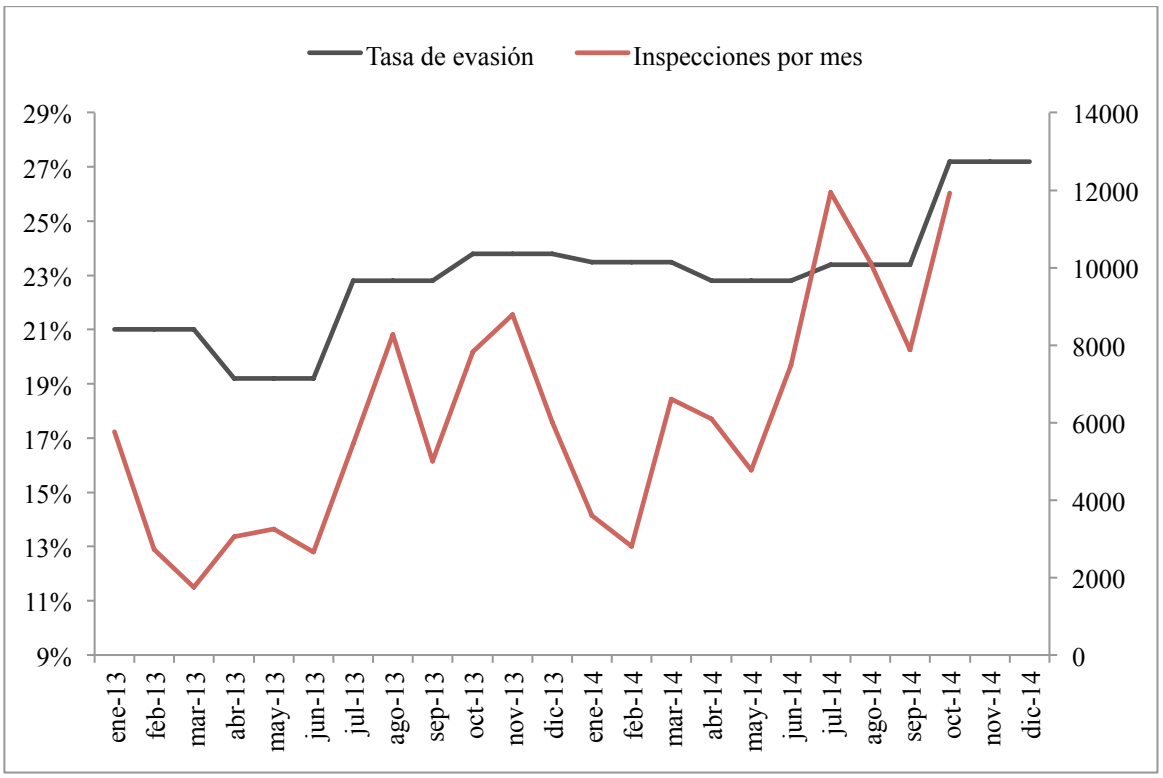

Figura 3-4 Niveles de fiscalización: multas por mes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transporte

[2] Un mejor variable hubiera sido el nivel de inspección relativo al número de viajes de cada mes, sin embargo, la información de cantidad de viajes con la que se cuenta es anual, por lo que se toma como supuesto que la cantidad de viajes no cambia considerablemente en el tiempo.

3.2.3.4 Nivel de aprobación de Transantiago

Dentro de las hipótesis que se manejan al momento de justificar la alta evasión en Transantiago se sugiere que la gente puede evadir debido a que consideran que el sistema ofrecido no es bueno o simplemente porque no les gusta.

La forma de medir este descontento es mediante encuestas a la población de Santiago, dentro de las cuales se hacen distintas preguntas a la gente. La primera encuesta con la que se cuenta es la que el MTT le encarga a distintas empresas dónde la pregunta que se realiza es: ¿En general, con qué nota evalúa el sistema de transporte público de Santiago? Esta base de datos fue obtenida por transparencia del gobierno central. En segundo lugar, se cuenta con la encuesta Adimark, la cual se realiza todos los meses y donde la pregunta que se realiza es: ¿Cómo evalúa la gestión del gobierno del presidente actual en Transantiago?

Se puede notar que la segunda encuesta cuenta con un sesgo importante en cuanto a que posiblemente incluye dentro de la respuesta la evaluación que tiene la gente de la autoridad de turno, además de que su muestra no considera únicamente a usuarios de Transantiago. Sin embargo, es la única en la que las mediciones se hacen en periodos cortos, por lo que es la mejor aproximación que se tiene para analizar la evolución de la percepción de la gente en el tiempo, por lo que será la encuesta a utilizar. Para corregir el posible sesgo debido a la formulación de la pregunta, se incluirán variables relacionadas con cambios políticos a modo de control, las cuales son descritas en la siguiente subsección.

Esta variable se modela de dos formas. La primera corresponde a una variable temporal que representa los porcentajes de aprobación obtenidos en la encuesta Adimark para todos los meses desde comienzos del 2007 a fines del 2014, tal como se presenta en la Figura 3-5. Para cuatro meses, desde octubre 2012 hasta enero del 2013, no se realizaron mediciones por parte de la empresa, por lo que para obtenerlos se realizó una estimación lineal con los datos previos y posteriores a este salto.

La información relativa a los resultados de la encuesta fue obtenida de la página web de la empresa Adimark (2016).

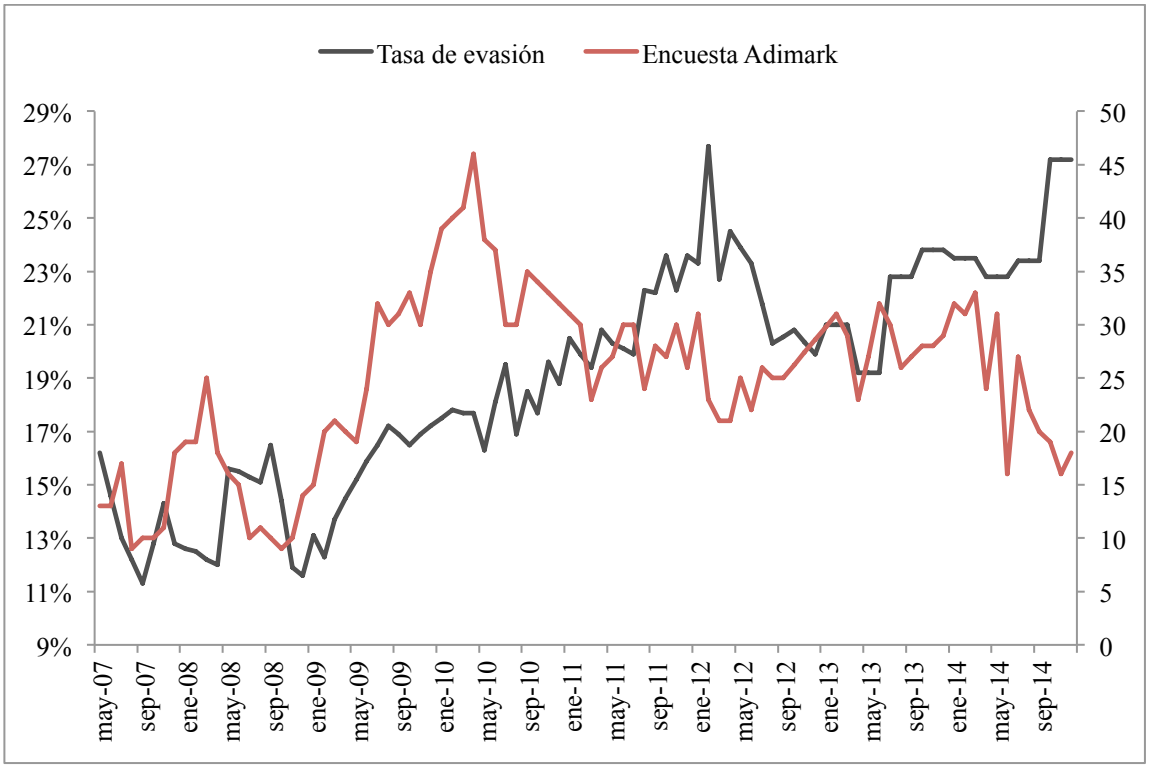

Figura 3-5 Aprobación ciudadana de Transantiago: encuesta Adimark

Fuente: Elaboración propia

La segunda forma de modelar esta variable fue mediante un shock de un gran descenso de la aprobación en muy poco tiempo, como una variable binaria que toma valor 1 cuando el shock ocurre y 0 cuando no. En la Figura 3-6 se puede observar que ese periodo coincide con el shock del alza de la tarifa distinguido (mediados del 2010). Por esto se utilizará solo una de las dos debido a su colinealidad.

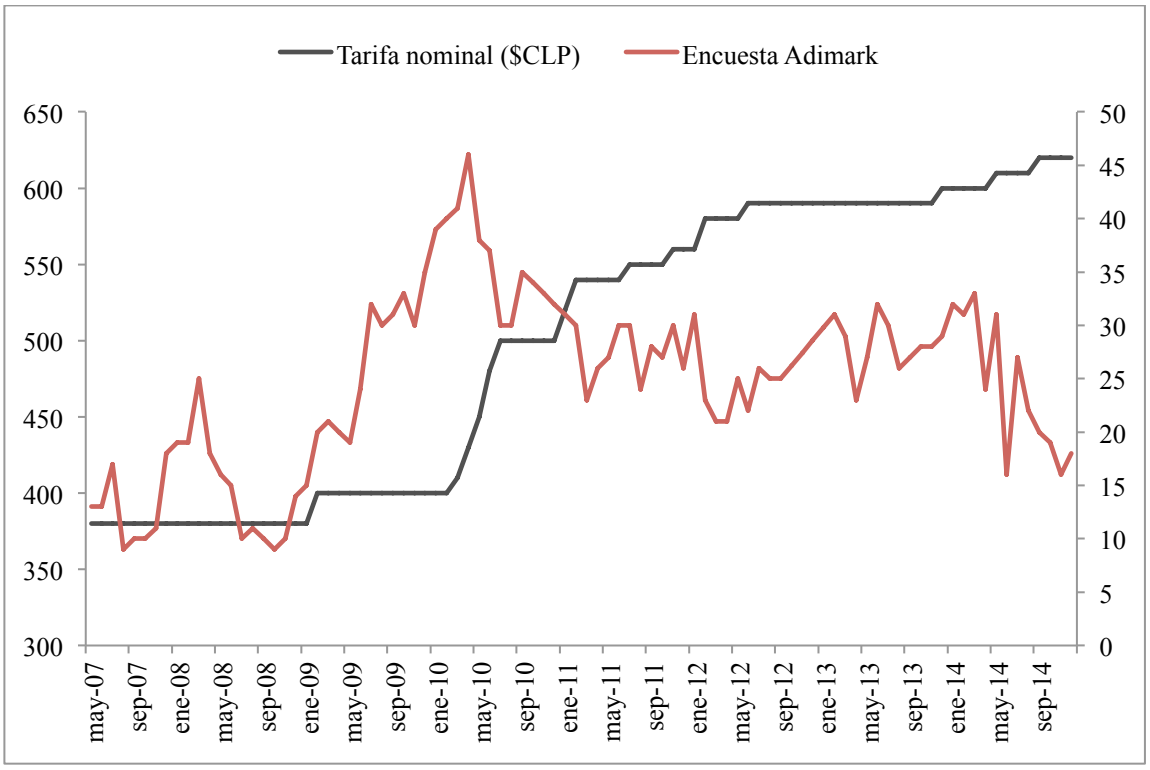

Figura 3-6 Baja en aprobación de Adimark versus alza de tarifa del bus

Fuente: Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que la tarifa es reajustada por factores asociados a: precio del petróleo Diesel, costo de mano de obra nominal, IPC, valor de lubricantes y neumáticos, tipo de cambio para dólar americano y euro, y el índice promedio de productos importados del sector industrial (Ley Chile, 2011), además de en ciertos casos excepcionales en los que ha cambiado dado posibles déficit del sistema, por lo que es fijada por parámetros independientes a la aprobación ciudadana.

En este sentido, en la modelación de este shock se incluyen distintos efectos que incluyen una importante alza en la tarifa, un cambio de gobierno y una baja en la aprobación del sistema. Así, la variable de shock modelada para el periodo respectivo a mediados del año 2010 corresponde al efecto de diferentes variables que produjeron un contexto que se piensa que favoreció el alza temporal de la evasión.

3.2.3.5 Cambios en las autoridades políticas

Se busca analizar el impacto que tienen los cambios de las autoridades políticas en el comportamiento de la gente al momento de evadir, por lo que serán incluidos los distintos periodos para las autoridades de transporte (ministros de transporte y telecomunicaciones) a lo largo del tiempo.

Esta variable es importante también porque se puede utilizar como una variable de control en caso de que la Adimark muestre significancia, debido a que corregiría el posible sesgo que tiene la encuesta debido a cómo es formulada la pregunta. Este efecto se puede observar en la Figura 3-7, donde se muestran las tendencias lineales de las tasas de evasión para los distintos periodos de las autoridades de transporte.

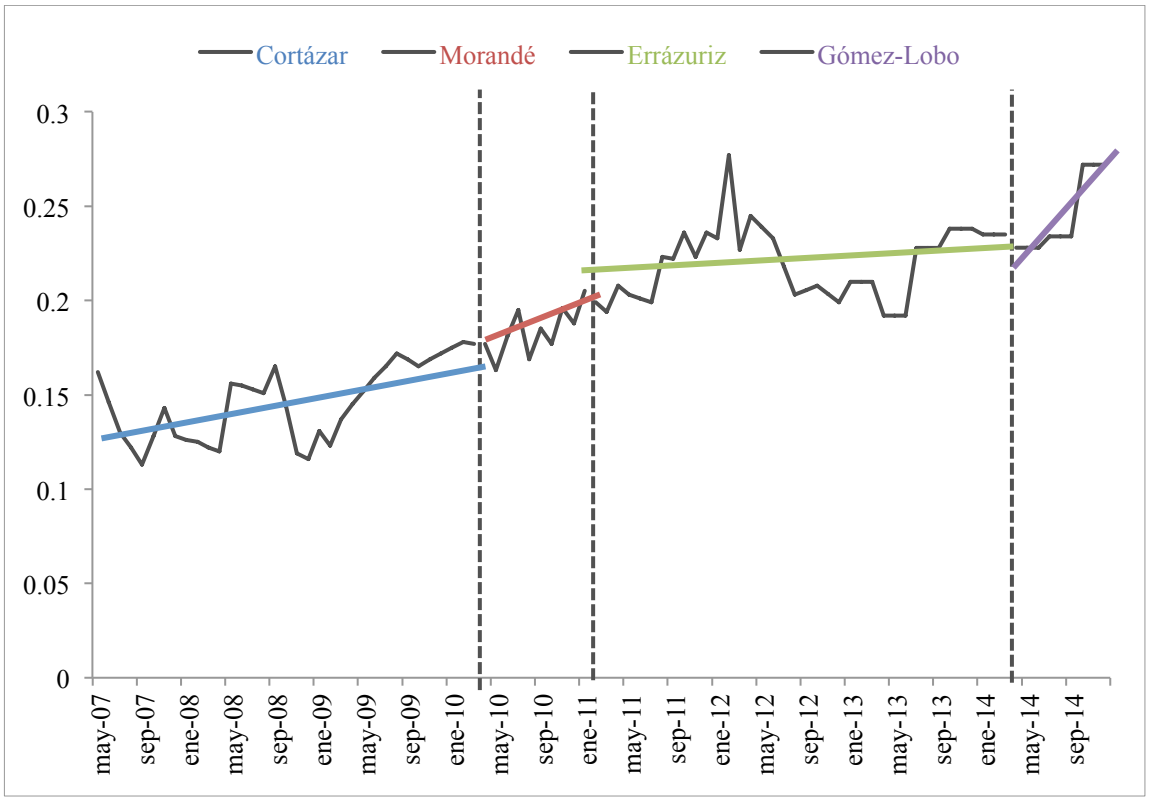

Figura 3-7 Tendencias de las tasas de evasión según periodos en el MTT

Fuente: Elaboración propia

Esta es modelada como variable binarias que toma valor 1 para los periodos correspondientes a cada periodo a cargo de la autoridad de transporte (Figura 3-8).

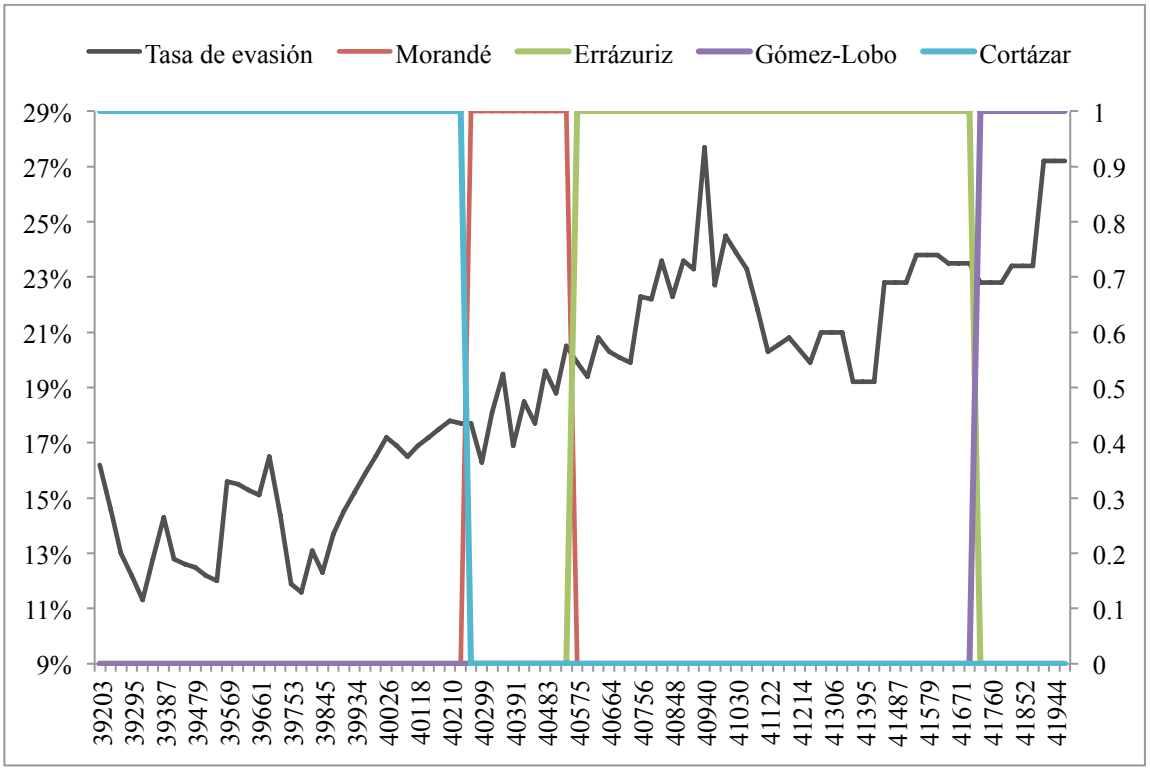

Figura 3-8 Periodos de cada Ministro modelados como variable binaria

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.6 Medidas de calidad: Frecuencia y regularidad de los servicios

La hipótesis de inclusión de estas variables se basa en la idea de que la gente puede evadir más debido a la mala calidad del sistema. El año 2012 el MTT comenzó a medir dos índices de calidad: el ICF y el ICR, de frecuencia y regularidad respectivamente, los cuales van entre 0 y 1, siendo 1 un cumplimiento perfecto[3]. Ambos índices fueron obtenidos de información provista por la DTPM, los cuales se pueden observar en la Figura 3-9.

[3] Para más información sobre estos índices ver el estudio realizado por Beltrán et al. (2013).

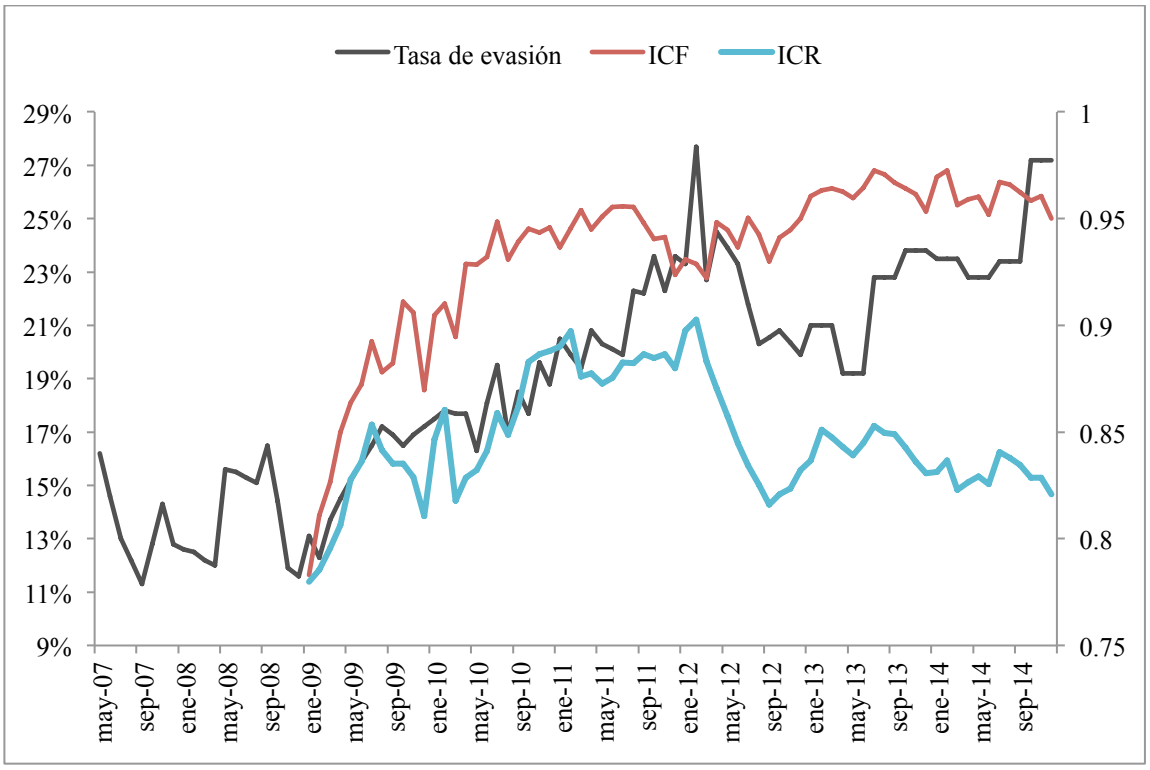

Figura 3-9 ICF e ICR

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.7 Estacionalidad

Cuando se analizan datos temporales es importante buscar la existencia de estacionalidad y controlar por este efecto en caso de que exista. Además, puede dar buena información sobre la evasión frente a la posibilidad de que esta sea mayor o menor en ciertas estaciones del año. De esta forma, será modelada usando una variable binaria para cada estación que toma el valor 1 los meses que sean parte de la estación correspondiente. Esta variable también fue modelada para aquellos meses que presentan bajas o alzas notorias en la demanda, como lo es el mes de Febrero donde se registra una caída en la demanda por viajes en Transantiago.

3.2.3.8 Tasa de desempleo

La hipótesis de inclusión de la variable se basa en la idea de que a medida que el desempleo sube, se esperaría que menos gente tenga suficiente dinero para pagar la tarifa, por lo que la evasión podría subir. Los datos fueron obtenidos de información disponible en la página del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, s.f.). El comportamiento de los datos se puede ver en la Figura 3-10.

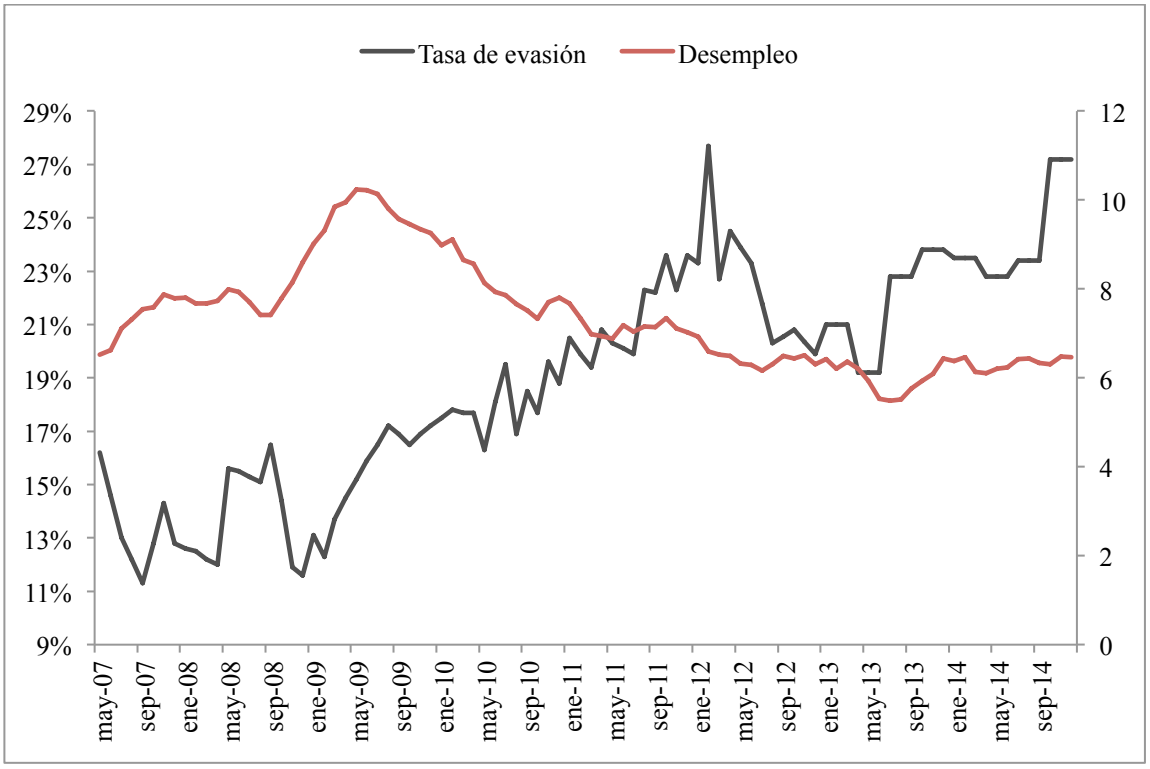

Figura 3-10 Tasa de desempleo Región Metropolitana

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE

3.2.3.9 Cantidad de zonas pagas

Como fue mencionado en la sección de Marco Teórico, una de las medidas que han sido utilizadas para combatir la evasión es la implementación de zonas pagas. Comúnmente, se cree que esta medida es efectiva en reducir la evasión debido al impedimento físico que estas causan a las personas cuando intentan evadir la tarifa, sin embargo, es un

efecto que se busca cuantificar para el sistema en su conjunto y no solo en la parada analizada. El número de zonas pagas y su cambio en el tiempo se puede ver en la Figura 3-11 (DTPM, s.f.).

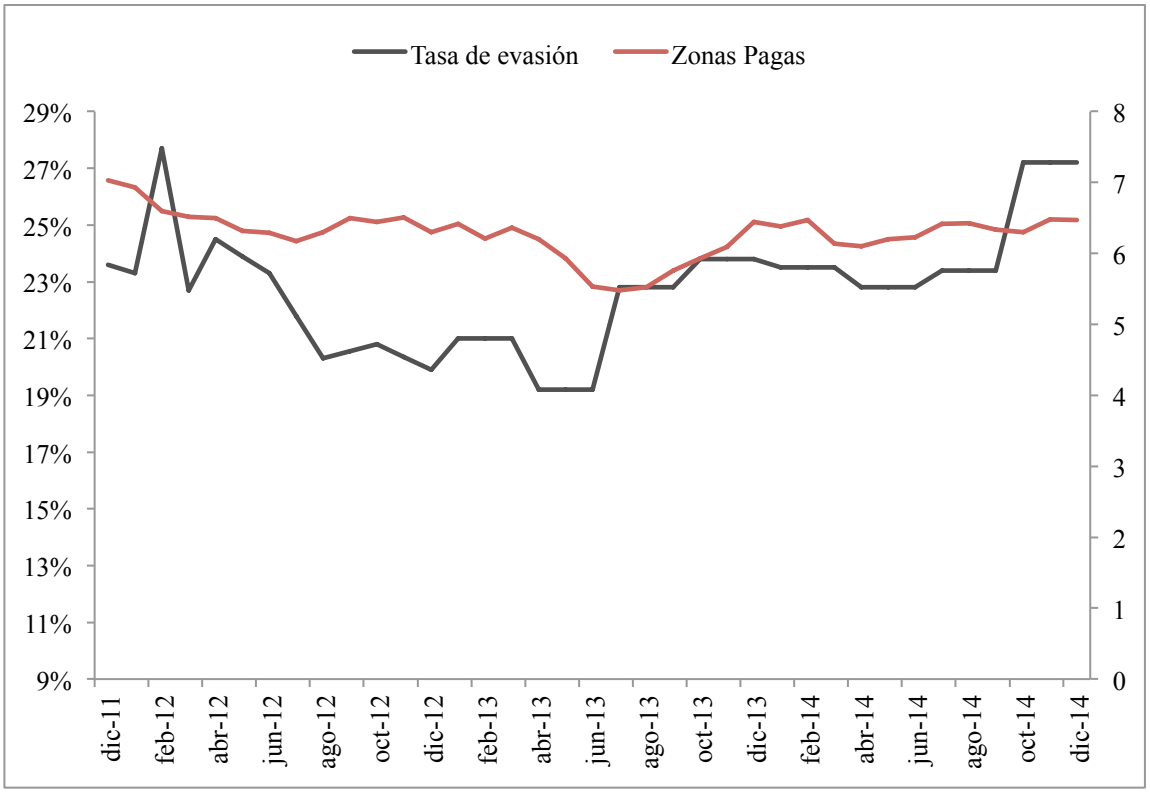

Figura 3-11 Zonas pagas en funcionamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de datos DTPM (s.f.)

3.3 Análisis estadístico

Antes de comenzar la estimación del modelo, se realiza un análisis estadístico de las variables explicativas buscando información útil acerca de la relación entre ellas y la variable dependiente. El primer análisis es sobre las correlaciones entre las variables explicativas y la evasión. El segundo análisis es de causalidad de las variables temporales con la evasión en el periodo estudiado.

3.3.1 Correlaciones

Las primeras correlaciones que se pueden analizar son las estaciones del año con la tasa de evasión. Tal como muestra la Tabla 3-1, las cuatro estaciones muestran correlaciones muy bajas, por lo que se sospecha que ninguna de ellas será significativa al momento de hacer la regresión.

Tabla 3-1 Correlación de las estaciones con la evasión

Otoño	Invierno	Primavera	Verano
-0,025	0,0078	0,0569	-0,0419

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las correlaciones de los periodos de las autoridades de transporte, en este caso los Ministros de Transporte y Telecomunicaciones de la época, en la Tabla 3-2 se puede ver que el primer periodo muestra una correlación importante con la tasa de evasión, mientras que el segundo una correlación muy baja, y el tercer y cuarto periodo correlaciones cercanas al 0,5. Esto nos da información sobre posibles periodos en los que podrían estar influyendo contextos políticos en la evasión, que deberán ser probados al modelar la tasa de evasión con todas las variables.

Tabla 3-2 Correlación de las autoridades de transporte con la evasión

Ministro 1	Ministro 2
-0,8273	-0,0596
Ministro 3	**Ministro 4**
0,5782	0,4562

Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la Tabla 3-3, la evolución de la tarifa del bus muestra una correlación muy alta con la tasa de evasión, aproximadamente de un 90%. Esto posiciona a la tarifa como una candidata importante a explicar el crecimiento de la evasión en el tiempo. Por otro lado, la aprobación (basada en la encuesta Adimark) muestra apenas un 34% de correlación, aunque de todas formas será incluida en el análisis para ver cómo se relaciona en forma conjunta con el resto de las variables.

Tabla 3-3 Correlación de variables del sistema de transporte con la evasión

Tarifa del bus	Aprobación
0,9063	0,3434

Fuente: Elaboración propia

Las correlaciones de la tabla 3-4 muestran que a medida que sube el nivel de fiscalización (tanto para el nivel de inspección, para el número de multas y para el número de zonas pagas), la evasión en niveles agregados de Santiago sube también, contrario a la hipótesis de inclusión de ambas variables. Lo mismo pasa con las tasas de desempleo y los índices de calidad ICF e ICR, los cuales muestran signos contrarios a lo que sus hipótesis de inclusión nos sugerían.

Tabla 3-4 Correlación de variables con índices de correlación contrarios a lo esperado

Desempleo	ICF	ICR	Inicio Cambio Contratos
-0,6417	0,7461	0,3163	0,6723
Multas	**Inspección**	**Zonas pagas**	**Cambio Contratos**
0,7784	0,7405	0,5359	0,6327

Fuente: Elaboración propia

Una correlación que llama especialmente la atención es la positividad de los índices de Inicio Cambio Contratos y Cambio Contratos con la tasa de evasión, porque ambos eran candidatos importantes a ser incluidos debido al supuesto efecto que tuvieron en la disminución de la evasión[4]. A pesar de que estos números debieran dar una idea de cómo se relacionan las variables, es evidente que la correlación obtenida sea positiva, debido a que para ese periodo la evasión es mayor que antes del 2012. Esto no implica que no tengan potencial efecto en reducir la evasión.

Además de las correlaciones de las potenciales variables explicativas con la evasión, es importante analizar otras correlaciones entre variables explicativas que pueda ser relevante tener en cuenta al momento de realizar el modelo. Un ejemplo de esto es la relación entre la encuesta Adimark con los cambios de autoridad de transporte. Como se

[4] Más sobre este efecto en el trabajo de Torres-Montoya (2014).

mostró en la Figura 3-7, los periodos políticos tienen líneas de tendencia marcadas, por lo que será importante controlar por estos periodos al momento de incluir la encuesta Adimark en la regresión. Las correlaciones siguientes lo confirman en algunos casos:

Tabla 3-5 Correlación de periodos de Ministros con encuesta Adimark

Cortázar	Morandé	Errázuriz	Gómez-Lobo
-0,4468	0,4207	0,2574	0,1372

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Cointegración

La alta correlación que presenta la tarifa del bus con la tasa de evasión, y la forma similar en la que ambos crecen (como se mostró en la Figura 1-1), sitúan a la tarifa como candidata a explicar el alza de la evasión. Sin embargo, como fue mencionado anteriormente, existe un riesgo cuando se analizan series de tiempo debido a la posibilidad que tienen de presentar correlaciones espuria en variables temporales que siguen una tendencia similar. En este sentido, se debe comprobar que esta relación implique causalidad y no solo correlación, o bien si es que esta estructura es causada por otro fenómeno que hace que ambas suban con una tendencia común. Para esto, se utilizan pruebas de cointegración entre las variables, utilizando los siguientes estadísticos. Es importante destacar que no se realizó este análisis para otras variables temporales debido a que ninguna presentaba índices de correlación altos ni comportamientos similares a la tasa de evasión.

3.3.2.1 Granger-Newbold

Este test consiste en comparar el estadístico Durbin Watson (DW) de una regresión con su R^2. La teoría detrás concluye que cuando el DW es mucho mayor que el R^2 se trata de una relación no causal, es decir, una relación espuria donde las variables no están cointegradas (Granger y Newbold, 1974). En el caso estudiado entre la tarifa y la tasas de evasión, se tiene un DW de 0,5 y un coeficiente de correlación múltiple de 0,82, diferencia que sugiere que ambas variables podrían estar no cointegradas. Casos similares a este fueron estudiados por Granger y Newbold (1974) para establecer la

teoría de la prueba estadística, documento en el que concluyen que un DW de 0,53 y un R^2 de 0,99 no estarían cointegrados, lo cual confirma la conclusión de no cointegración para la tarifa y la evasión debido a la similitud de las magnitudes.

3.3.2.2 Engle-Granger

Esta prueba de dos pasos busca la estabilidad del término de error de la regresión entre las posibles variables cointegradas (Sjö, 2008). El primer paso para realizarlo es estimar la regresión de la tasa de evasión explicada por la tarifa del bus. A partir de esto, se debe analizar la existencia de raíz unitaria en el proceso de los residuos, lo cual se realiza mediante la prueba estadística ADF en la expresión $e = y_t - \beta x_t$, bajo la hipótesis nula de no cointegración (Sjö, 2008). Debido a que estamos probando la existencia de ruido blanco para los residuos, se debe utilizar una tabla de valores críticos distinta (Engle y Yoo, 1987).

El estadístico de Dickey-Fuller estimado debe ser mayor a los valores críticos para poder rechazar la hipótesis nula, el cuál en este caso es de 3,367; menor que el valor crítico al 5% (3,67) como muestra la tabla de valores críticos para una cantidad de 92 observaciones (menos de 100 observaciones). Es por esto que se obtiene que a un nivel de confianza del 95% no se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración, con lo cual se concluye que no hay evidencia para decir que la evolución de la tarifa del bus es causal de los niveles de la tasa de evasión en el tiempo, por lo que no se considera como la tendencia que explica el alza de la evasión (debido a que su correlación en el tiempo no sería causal).

Las siguientes figuras muestran el comportamiento que tienen los cambios en la tarifa en los cambios de la tasa de evasión. La Figura 3-12 lo hace con respecto a los cambios en a tasa de evasión en el mismo periodo que se produce el cambio en la tarifa, mientras que la Figura 3-13 es con respecto a los cambios en la evasión para el periodo siguiente. Como se observa en ambos casos, el ajuste del R^2 es muy pequeño, lo cual responde a la alta dispersión que presentan los datos. En la misma línea, tanto la magnitud de los parámetros como su signo no pueden ser interpretados debido a que la regresión no presenta un ajuste suficiente para sacar conclusiones estadísticamente válidas.

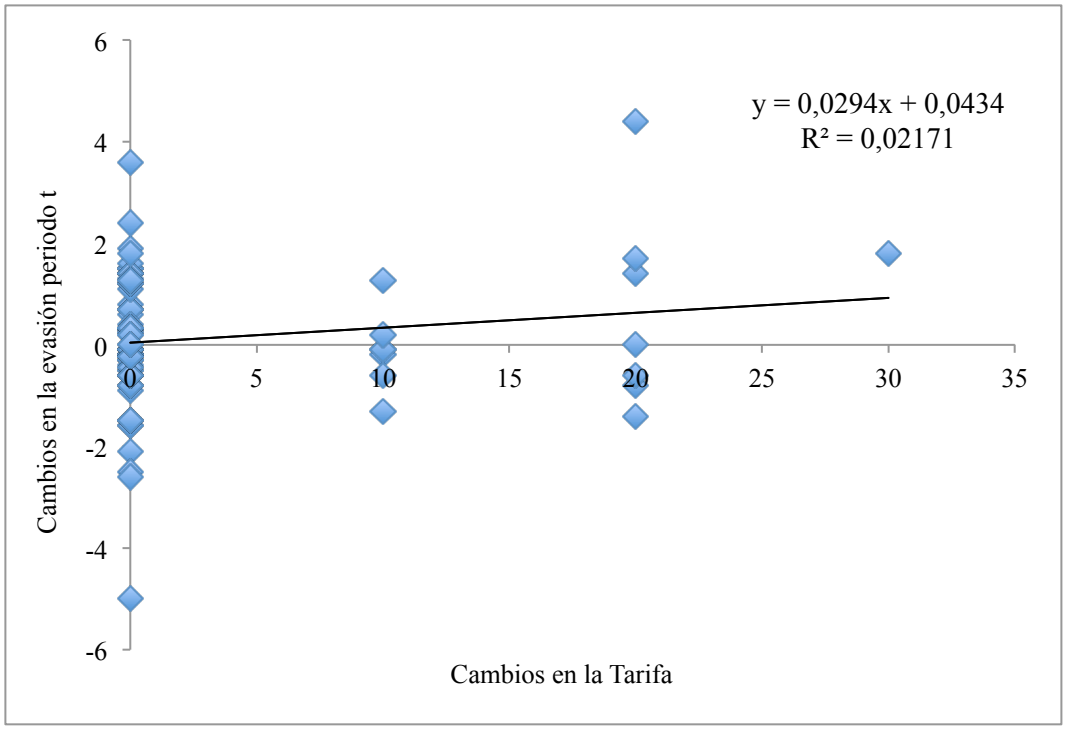

Figura 3-12 Cambios en la tasa de evasión según cambios en la tarifa

Fuente: Elaboración propia

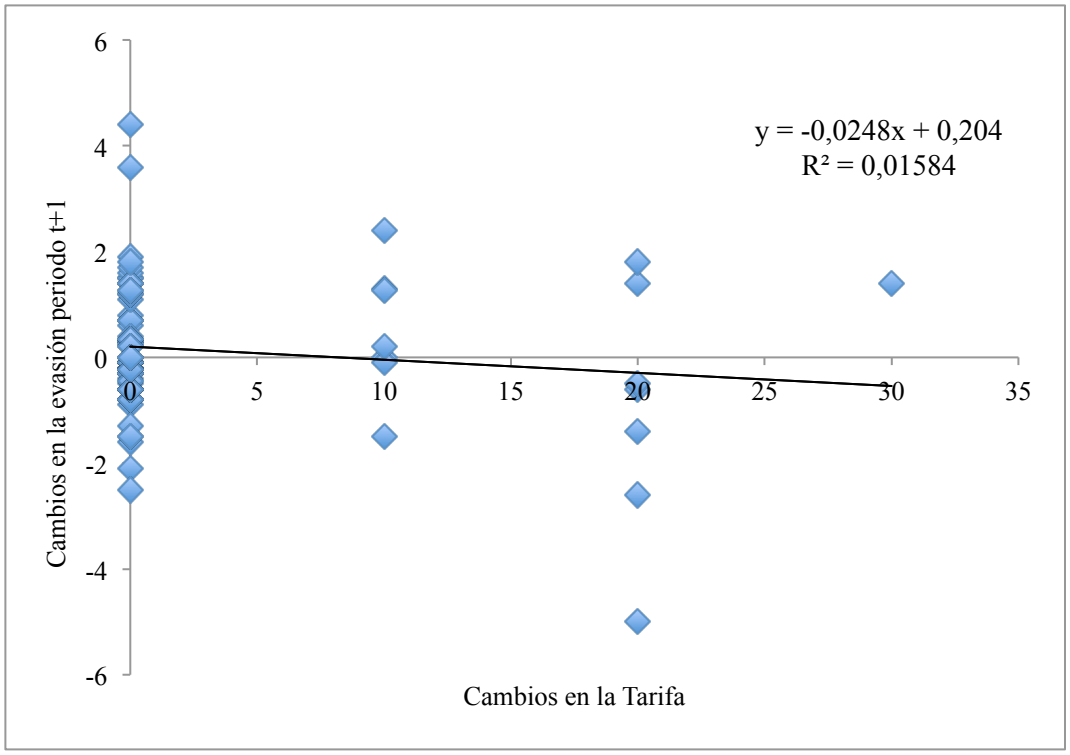

Figura 3-13 Cambios en la tasa de evasión en t+1 según cambios en la tarifa en t

Fuente: Elaboración propia

3.4 Formulación y estimación del modelo

3.4.1. Estacionaridad de la serie de tiempo

Debido a que la evasión crece en el tiempo y no es estacionaria, debemos encontrar si existe alguna tendencia determinística que pueda hacer que el proceso a modelar no tenga una raíz unitaria en su polinomio. Para esto, utilizamos la prueba ADF, incluyendo una tendencia de tiempo lineal. Esta tendencia corresponde a valores que van del 1 a N (número de observaciones), por lo que su unidad es mensual. El ADF estimado incluyendo la tendencia es de -3,948 y se ubica entre el 1% (-3,523) y el 5% (-2,897) de la tabla de valores críticos. Esto significa que para un nivel de confianza de 95% se puede concluir que no existe raíz unitaria en el proceso. En ese sentido, al incluir la tendencia lineal la variable dependiente se comporta de forma estacionaria, por lo que la estimación de la serie de tiempo puede realizarse.

3.4.2 Estimación del modelo

Para estimar el modelo se debe verificar la relación entre las variables explicativas descritas y la tasa de evasión. Para esto se realiza una estimación de mínimos cuadrados ordinarios incluyendo el término de tendencia, con el fin de obtener aquellas variables que, en su conjunto, explican la evasión. Es importante tener en cuenta que altos índices de correlación no significan mayor significancia en la regresión debido a la interacción que existe entre las distintas variables, por lo que es necesario incluir todas las variables en la estimación de la serie de tiempo y no solo aquellas que presentaron altas correlaciones.

Al momento de obtener las variables significativas sin verificar aún el cumplimiento de los requisitos de la modelación sobre los residuos de la serie de tiempo, se obtiene lo siguiente:

Tabla 3-6 Estimación del modelo sin análisis de requisitos de modelación

VARIABLES	**Tasa de evasión**
Tendencia temporal	0,00192*** (0,00014)
Cambio de contratos	-0,03209*** (0,00232)
Shock	0,00752*** (0,00203)
Constante	0,11243*** (0,005001)
Observaciones	92
R-cuadrado	0,8665
Errores estándar en paréntesis	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Fuente: Elaboración propia a partir de salidas de STATA

En la tabla de resultados se puede observar que, con un buen ajuste de R^2, se encuentran 3 variables significativas además de la constante del modelo. No se ahondará en su relevancia debido a que ese análisis solo se puede realizar cuando la estimación del

modelo ha terminado. Para eso, se debe analizar el comportamiento de los residuos, y probar si se trata de un modelo autoregresivo en los errores, o si los efectos pasados no tienen efecto en el modelo.

Para lograrlo, se pueden utilizar pruebas estadísticas de ruido blanco, como el periodograma acumulativo de Bartlett para ruido blanco. Este test considera como hipótesis nula que los datos vienen de un proceso de ruido blanco de variables aleatorias no correlacionadas de media cero y varianza constante (StataCorp, 2013d). El resultado gráfico y su estadístico se pueden ver a continuación:

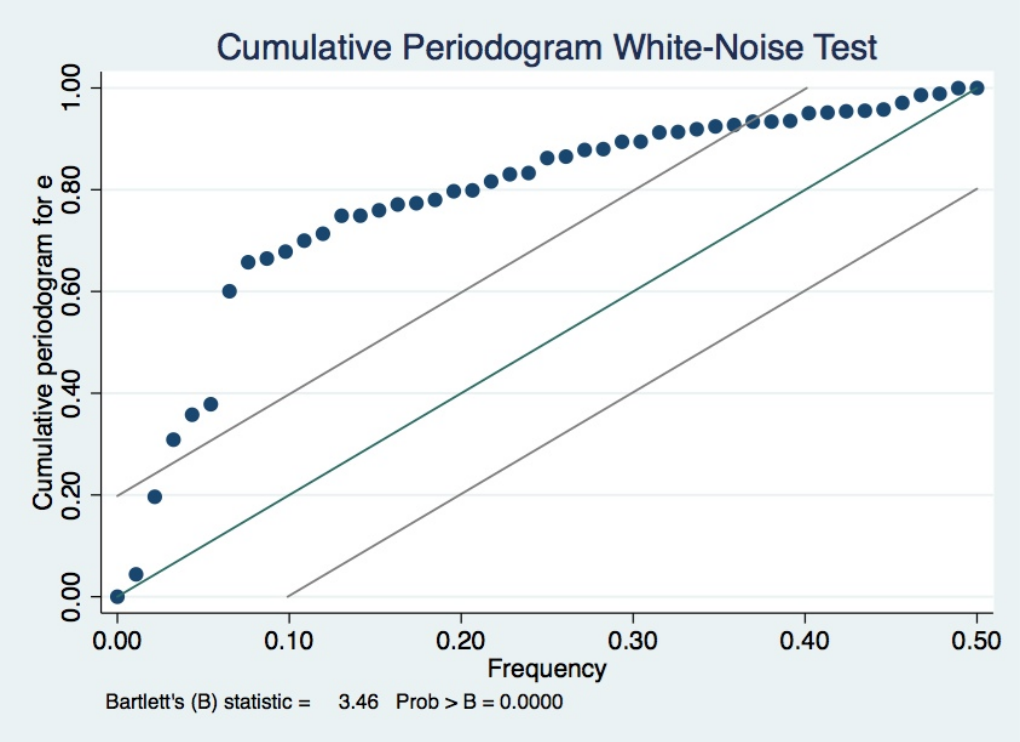

Figura 3-14 Análisis Bartlett de ruido blanco para estimación sin modelación de residuos

Fuente: Elaboración propia en STATA

Como se puede ver en la Figura 3-14, el proceso se escapa de las bandas (confianza al 95% para la distribución ruido blanco de los errores) a partir de una frecuencia cercana a 0,05. Además, el estadístico adquiere el valor de 3,46 y la probabilidad asociada es 0, por lo que se rechaza la hipótesis nula y concluimos que el proceso es significativamente distinto de ruido blanco.

Una vez que la estimación de mínimos cuadrados se ha realizado y se ha comprobado el mal comportamiento de los errores, se deben estimar los parámetros de autocorrelación de los residuos a través del método Cochrane-Orcutt, de tal forma de obtener un estado estacionario para los errores de la regresión (proceso ruido blanco). Para analizar la convergencia del método iterativo se seguirán las recomendaciones descritas en la sección de metodología, complementando el análisis al observar cómo varían los índices de ruido blanco mediante los estadísticos de Bartlett (recién utilizado) y Portmanteau. Este último, de manera similar que el de Bartlett, considera como hipótesis nula la existencia de la propiedad de ruido blanco en el proceso (StataCorp, 2013e). De esta forma, se iteró hasta que el valor-*p* para ambos estadísticos mostrara el mayor nivel de ruido blanco posible (valores lo más cercanos a 1 y lo más alejados de 0 posible). Como muestra la siguiente tabla, esto se logra en la segunda iteración.

Tabla 3-7 Iteraciones Cochrane-Orcutt

Iteración	Durbin-Watson	Valor-*p* Bartlett	Valor-*p* Portmanteau
0	2,099159	0,0000	0,0000
1	1,967044	0,4027	0,5774
2*	2,00364	0,9353	0,9113
3	1,995829	0,9146	0,8977

Fuente: Elaboración propia

La metodología descrita se aplicó para la base de datos completa (92 observaciones) pero también para una muestra reducida de 73 observaciones, que elimina los primeros 19 meses de mediciones debido a la inestabilidad que muestra la evasión al inicio (ver Figura 1-1). Los pasos de cointegración y estacionaridad fueron repetidos para la segunda muestra, junto con la modelación correspondiente, cuyos resultados son presentado en el Anexo 3. Los resultados para ambas muestras son los siguientes:

Tabla 3-8 Estimación del modelo con modelación de los residuos

	(1)	**(2)**
VARIABLES	**Tasa de evasión**	**Tasa de evasión**
Tendencia temporal	0,00098***	0,00118***
	(0,00011)	(0,00015)
Cambio de contratos	-0,0198***	-0,0245***
	(0,00566)	(0,00702)
Shock	0,0112***	0,0117***
	(0,00203)	(0,00170)
Constante	0,0458***	0,0490***
	(0,00329)	(0,00523)
Número de iteraciones Cochrane-Orcutt	2	3
Observaciones	90	70
R-cuadrado	0,7430	0,6819
Errores estándar en paréntesis		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		
ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS		
Bartlett (P>B statistic)	0,9353	0,8804
Portmanteau (P>chi2(32))	0,9113	0,5231

Fuente: Elaboración propia a partir de salidas de STATA

Lo primero que se puede notar de la tabla anterior es que en ambas estimaciones se obtienen las mismas variables significativas (todas sobre el 99% de confianza), mostrando parámetros similares para cada variable. Además, ambos R^2 son muy similares uno del otro. La primera regresión necesitó dos iteraciones de la metodología Cochrane-Orcutt para eliminar la autocorrelación serial de los residuos, mientras la segunda regresión necesitó tres. A modo de comparación, el periodograma del estadístico de Bartlett para la muestra completa es un proceso ruido blanco:

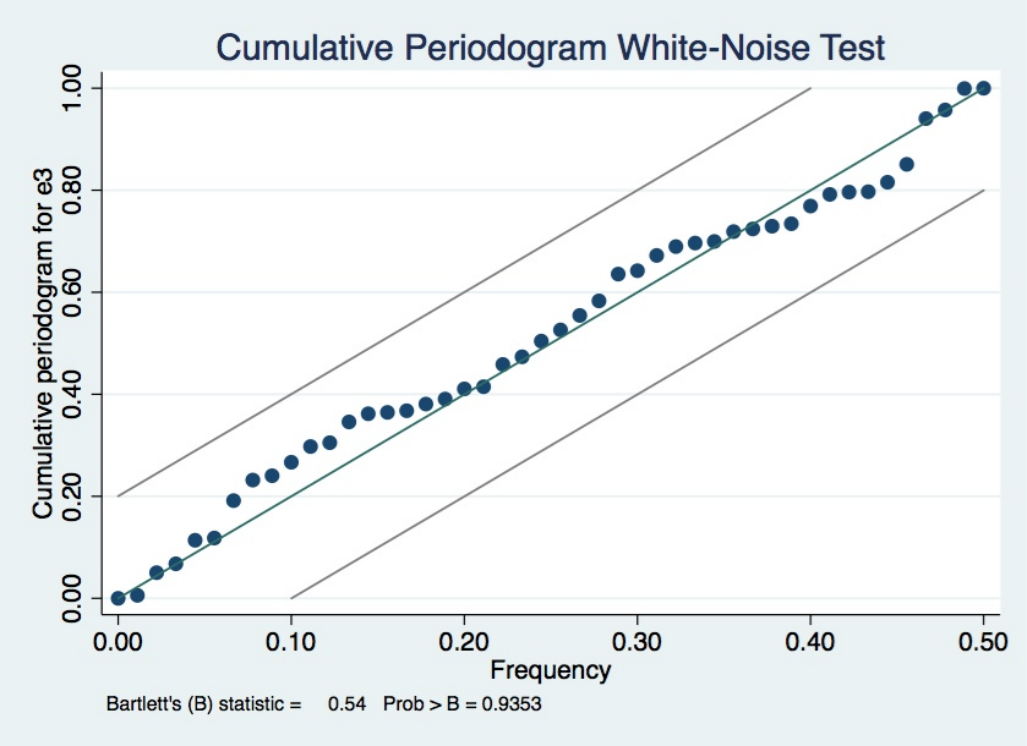

Figura 3-15 Análisis Bartlett ruido blanco para estimación con modelación de residuos

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que el número de iteraciones no difiere mucho en las estimaciones de ambas muestras, el comportamiento de ruido blanco de los residuos es mejor para la primera regresión, en cuanto presenta estadísticos de Bartlett y Portmanteau más cercanos a 1. Se debe mencionar que antes de aplicar la metodología Cochrane-Orcutt, ambos R^2 eran mayores a los números presentados en la tabla, pero se concluye que al ser modelados los residuos, los nuevos valores de ambos R^2 representan el ajuste real del modelo.

Para verificar el cumplimiento del requisito de normalidad, se modelan los errores ajustados a una normal inversa (Figura 3-16) y bajo un histograma ajustado a una distribución normal (Figura 3-17). Se puede ver que ambos ajustan bien a las distribuciones correspondientes para cada gráfico.

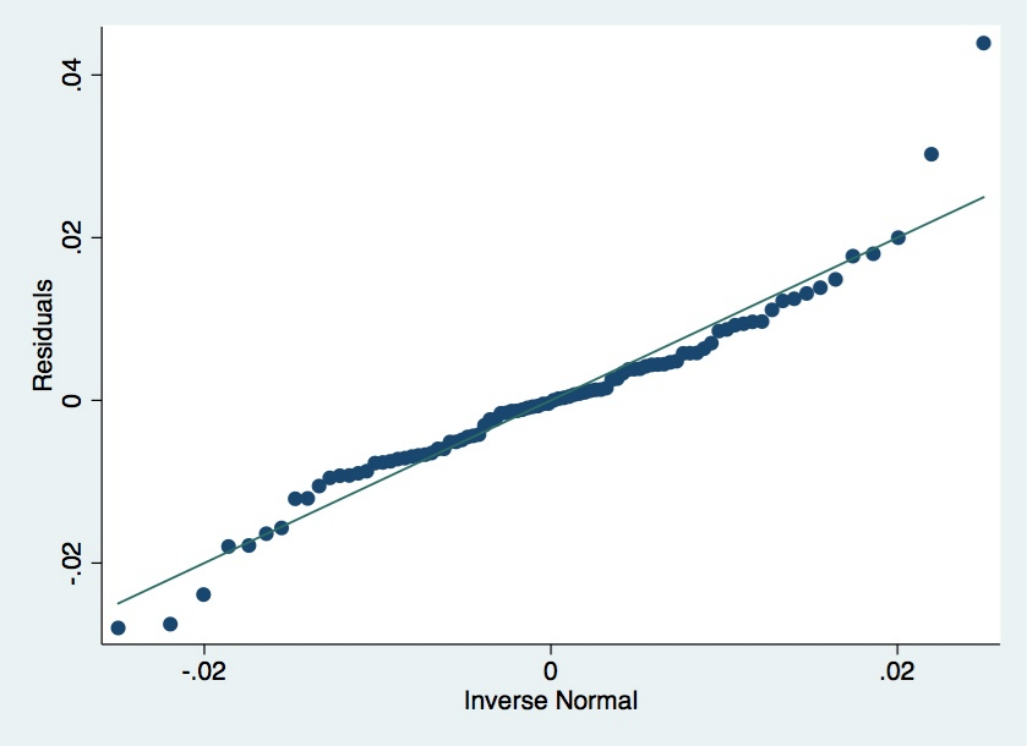

Figura 3-16 Residuos ajustados a normal inversa

Fuente: Elaboración propia

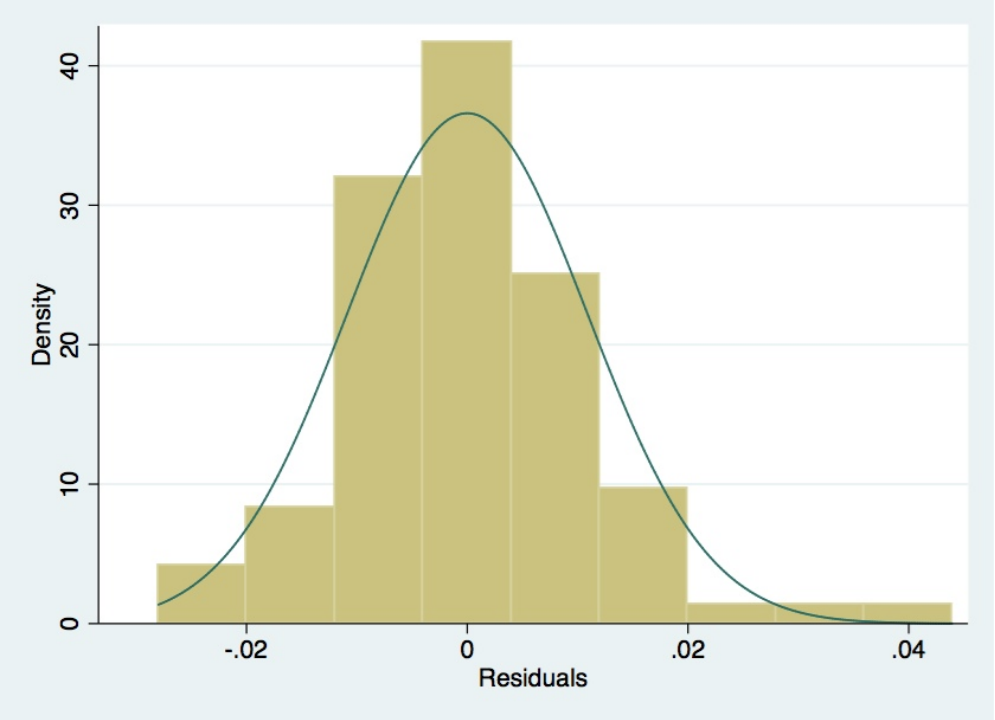

Figura 3-17 Histograma de los residuos ajustados a distribución normal

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que la tarifa del bus, contrario a lo que se pensaba originalmente, no ha causado la tendencia de la creciente evasión. Esto no es tan sencillo de interpretar por sí solo, pero se observa que en la estimación del modelo se utiliza una tendencia determinística que no está explicada por características del sistema de transporte, la cual explica el alza de la tasa de evasión en el tiempo en un 0,1%. De esta forma, no hay alzas o bajas en variables relacionadas con el sistema de transporte que hayan causado los crecientes niveles de evasión de Transantiago, sino que una variable que responde a factores externos a este.

La variable ***Cambio de contratos*** es una variable que tiene alta significancia estadística, la cual, como era de esperar, muestra una reducción en la tasa de evasión promedio de un 2% para el periodo en el que entran en práctica los nuevos contratos. A pesar de que los resultados eran mayores en un inicio (a mediados del año 2013 la evasión comenzó a subir nuevamente) el signo del parámetro es negativo, lo que significa que en promedio

existe una reducción en ese periodo. Además, esa nueva alza se encuentra absorbida por la variable de tendencia.

El parámetro de la variable ***Shock*** muestra un aumento de un 1,1% en la tasa de evasión para el periodo donde la aprobación bajó y la tarifa subió considerablemente, lo cual coincide además con un cambio de gobierno. Como muestra la Figura 1-1, este cambio inicial puede haber desencadenado el incremento constante de la evasión en el tiempo. Así, se concluye que una mezcla de fenómenos relacionados tanto con cambios en la tarifa, como con la percepción de la ciudadanía sobre las políticas aplicadas, generó un aumento temporal en la tasa de evasión.

Se debe realizar un análisis cuidadoso al momento de concluir sobre el efecto de la tarifa en la evasión. Se ha comprobado mediante técnicas econométricas que en alza en la tarifa del bus no ha causado el incremento de la evasión en el tiempo (debido a que no están cointegradas), justificando que se debe a una tendencia temporal que la explica. Sin embargo, también se concluye que para un periodo de tiempo el alza en la tarifa sí fue factor causal al modelarla como shock. En este sentido, se concluye que la tarifa no explica el alza de la evasión en el tiempo, pero sí tuvo un efecto en los inicios de este problema, junto con otros procesos como cambios de gobierno y bajas en la aprobación, siendo parte de la activación de un fenómeno social que hasta el día de hoy permanece al alza.

Ambas variables ***Adimark*** y ***Estacionalidad*** no son significativas en explicar el modelo. La encuesta Adimark es solo incluida en el modelo final dentro del shock, mientras que la Estacionalidad no es significativa a pesar de que exista una importante baja en los viajes generados durante las vacaciones de verano (especialmente en Febrero). Esto último es relevante en cuanto muestra que la tasa de evasión mensual no sigue el mismo patrón que los viajes que se generan en los distintos mesas del año.

Como anticipaban los índices de correlación, la fiscalización, los índices de calidad y el número de zonas pagas no son significativas en explicar la evasión en el tiempo en Santiago. Estos resultados no significan que sus hipótesis de inclusión sean incorrectos, sino que para el nivel agregado de Santiago no se cumplen. Esto puede responder a que

el nivel de fiscalización es tan bajo que las variaciones con las que cuenta no han tenido efecto macro. Tirachini y Quiroz (2016) proponen en este sentido que recién tendría un efecto al aumentar 5 o 10 veces su nivel actual, llegando la tasa de inspección a un 1%.

En este sentido, el efecto de estas variables podría haber sido explicado con mayor certeza si se utilizaba un panel de datos, entendiendo que el efecto puede ser significativo si se analiza a nivel comunas o paraderos (a menor agregación). De esta forma, se puede concluir que los niveles de fiscalización no están siendo suficientes para producir un cambio en los niveles de evasión del sistema en su conjunto.

3.5 Sensibilidad sobre los efectos de la tarifa

Los resultados del análisis realizado muestran confiabilidades altas (99%) en cuanto a la significancia de las variables utilizadas en la regresión. En este sentido, es necesario analizar el proceso de cointegración que define si la tarifa causa la evasión, el cual fue realizado bajo un 95% de confianza.

El estadístico Dickey-Fuller estimado fue de 3,367, el cual se encuentra bajo el valor crítico al 5% (3,67), pero entre el 5% y el 10% (3,28). Es decir, al bajar el nivel de confianza a un 90% el estadístico es mayor que el valor crítico (aunque muy cercano), por lo que no se puede concluir que no están cointegradas a ese nivel de confianza, entendiendo que se posiciona al límite de la escala de valores críticos. En este sentido, se debe tener presente que la conclusión de causalidad entre la tarifa y la evasión utilizada para modelar la serie de tiempo no es clara en todos los niveles de confianza, y debe ser analizada con más datos en un futuro para comprobar las hipótesis que entregó esta prueba estadística.

4 ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial del estudio realizado tiene como objetivo encontrar patrones socio-económicos y demográficos en el comportamiento de la evasión en Santiago. Se utilizarán categorías sociales para buscar posibles relaciones entre las tasas de evasión y los niveles de vulnerabilidad de los pasajeros. En esta sección se presenta, en primer lugar, la metodología correspondiente al análisis espacial, seguida de la descripción de los datos a utilizar. Luego se realizan tres análisis que relacionan los niveles socio-económicos de las personas con las tasas de evasión.

4.1 Metodología

Esta sección aborda diversas técnicas estadísticas que se utilizarán para el estudio de los datos de evasión con los que se cuenta. El nivel de agregación de las variables estudiadas (nivel Santiago) no permite utilizar un modelo de coordenadas para el análisis, por lo que el estudio es realizado agrupando espacialmente el origen de los viajes por comuna. De esta forma, se utilizan distintos análisis estadísticos dependiendo de los datos y la cantidad de variables estudiadas: (1) se analiza la relación entre variables (en este caso entre la tasa de evasión y el nivel socio-económico), y (2) se realizan comparaciones de muestras mediante pruebas estadísticas.

Primero, para modelar la relación entre variables se debe mirar la regresión lineal simple, donde el término de error ε se asume que distribuye normal, con media cero y varianza σ^2 (Yan, 2009), la cual se puede plantear de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \tag{4.1}$$

La segunda regresión que se debe revisar es la no lineal, la cual asume que la relación entre variables es no lineal en los parámetros (Yan, 2009). Existen diferentes tipos de regresiones no lineales, dentro de las cuales una es el modelo exponencial, donde la variable dependiente se puede describir según lo siguiente:

$$y = \beta_0 e^{\beta_1 x} \tag{4.2}$$

Una forma común de linealizar la ecuación anterior es aplicando logaritmo a ambos lados, obteniendo en la parte izquierda el equivalente al cambio en la variable original, y en la parte derecha de la ecuación la variable *x* linealizada. De esta forma se obtiene: $\log(y) = \beta_0 - \beta_1 x$. Otra regresión no lineal es la ecuación de potencias, basada en la ecuación $y = \alpha\, x^{\beta}$.

Para comparar muestras se utiliza una prueba de comparación de medias: test-t, tomando dos muestras y contrastando sus valores utilizando la media y la varianza, según el siguiente estadístico:

$$Z = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \sim Z_{\alpha/2} \qquad (4.3)$$

donde $\bar{X}$ e $\bar{X}$ son las medias de cada muestra, σ_i^2 las varianzas y n_i el tamaño de las muestras (Statacorp, 2013f). En el caso de que la comparación deba hacerse entre más de dos muestras a la vez se puede estudiar utilizando un análisis ANOVA (Castilla, 2007).

4.2 Descripción de los datos

Transantiago usa una agregación espacial llamada zonificación 777, donde cada zona está asociada a varios paraderos de buses, y una comuna está conformada por varias zonas (agregación intermedia entre paraderos y comunas). El año 2012, la compañía DICTUC condujo un estudio para el MTT sobre evasión en Santiago. Los resultados de este estudio (obtenidos mediante ley de transparencia) entregaron tasas de evasión (y sus errores muestrales) para cada parada de bus en diferentes periodos del día: punta mañana, punta tarde y para el día completo. La base de datos fue agregada a nivel zonal 777, y a partir de esto, se calculó la tasa de evasión para cada municipalidad en los distintos periodos del día disponibles. De esta forma, se cuenta con tasas de evasión para los distintos periodos del día para las distintas comunas en las que opera Transantiago.

Para realizar este análisis se deben utilizar tasas de evasión correspondientes al primer viaje del día de los pasajeros, debido a que se busca vincularlos con su comuna de origen. En este sentido, se debe utilizar la información del horario punta mañana, debido a que es el único momento del día en el que se puede estar más seguro de que los viajes generados se realizan en la municipalidad de origen de los pasajeros (están iniciando su día). Las tasas de evasión para el periodo AM por comuna se pueden ver en el siguiente mapa, al cuál se encuentra además estratificado por zonificación 777, según el formato original del estudio, donde los colores más oscuros representan tasas de evasión más altas, mientras que los colores más claros equivalen a tasas de evasión más bajas.

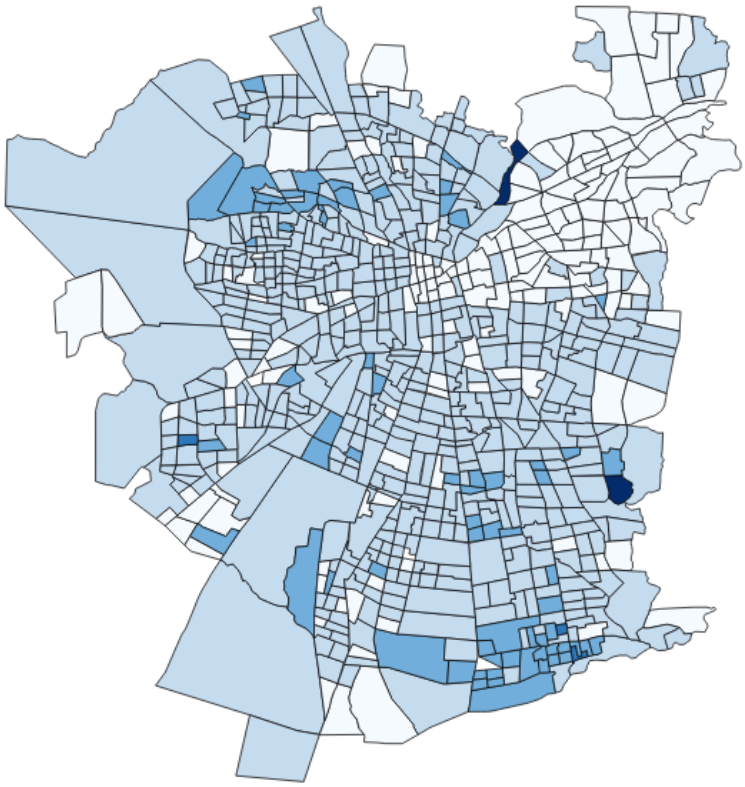

Figura 4-1 Tasa de evasión según zona 777 de Transantiago periodo AM

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la información de las tasas de evasión AM pero esta vez por comuna, se obtiene la siguiente figura, en la cual colores más claros equivalen a tasas de evasión más bajas, y colores más oscuros (rojos) a tasas de evasión más altas.

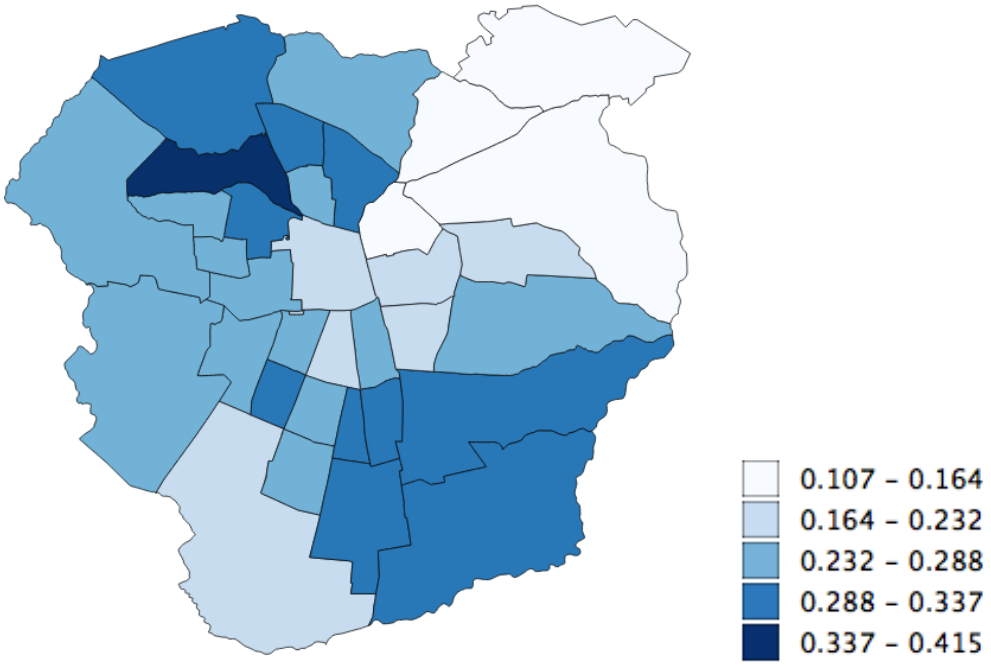

Figura 4-2 Tasa de evasión según comuna periodo AM

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver cómo en las comunas del sector Oriente se presenta menor evasión, mientras que en aquellas del Norte y del Sur se cargan más los colores, obteniendo tasas de evasión especialmente altas en comunas como Renca, Quilicura, Recoleta, Puente Alto, La Granja, entre otras.

Al agregar las tasas de evasión comunales AM según la zona en la que se ubican en Santiago (Poniente, Oriente, Norte, Sur, Centro y Sur Oriente, según la clasificación realizada por el mismo estudio) se obtiene la siguiente distribución según promedios y sus respectivas desviaciones, donde el sector Oriente destaca debido a su baja tasa de evasión.

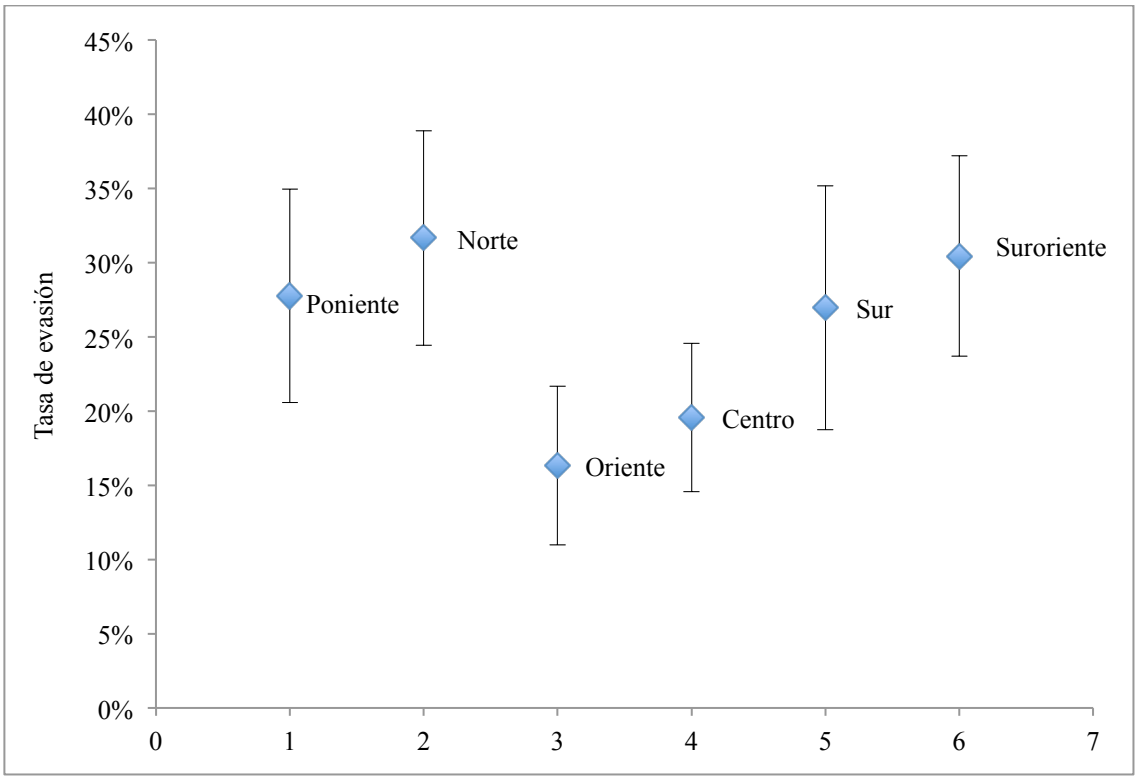

Figura 4-3 Tasa de evasión AM según zona en la que se ubica

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se puede analizar si existe alguna relación entre la distancia que tiene cada comuna al centro de Santiago y su tasa de evasión. La razón para realizar esto es que, de existir alguna relación espacial de distancia, esta podría ser una de las dimensiones a explicar las tasas de evasión. Para esto, se grafica la relación entre ambas variables, en la cual se puede ver que no existe un patrón que las relacione de forma significativa.

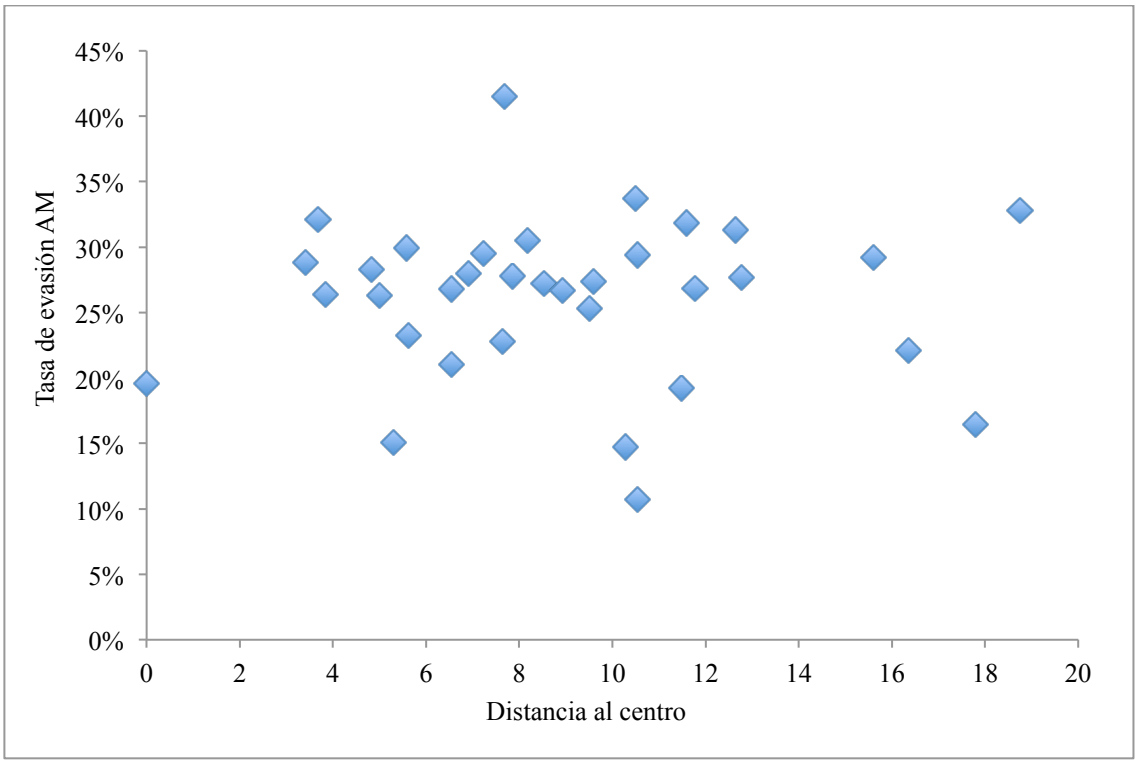

Figura 4-4 Comunas según su distancia al centro de Santiago y su tasa de evasión

Fuente: Elaboración propia

4.3 Relación entre la evasión y el nivel socioeconómico de la municipalidad

El crecimiento urbano en Santiago ha sido relacionado históricamente a procesos de segregación social y espacial de los ciudadanos (Correa, 2015). Debido a esta realidad, el análisis de la distribución de las tasas de evasión podría darnos una buena estimación de la relación entre el nivel socioeconómico de la gente y la propensión a evadir la tarifa. Es importante tener en cuenta que, como se mencionó en la sección anterior, se debe analizar la información sobre evasión en el horario punta mañana, debido a que se necesita que los viajes generados se realicen en la municipalidad de origen de los pasajeros. A pesar de que habrán viajes en ese horario que algunos no realicen en su comuna, nunca se tendrá certeza del origen de los pasajeros, por lo que esta se considera la mejor estimación para analizarlo.

Para analizar esta relación se utiliza la clasificación del Ministerio de Desarrollo Social (Ministerio de Desarrollo Social, 2014). Cada comuna obtiene un índice de prioridad social (IPS) calculado a partir de información sobre su nivel de educación, sus ingresos e indicadores de salud. A mayor índice de prioridad social, menores serán los niveles de educación, ingresos y salud. Esta clasificación fue seleccionada debido a que entrega un índice complejo que incluye diferentes factores que caracterizan a cada comuna.

Una vez que esta información se junta con las tasas de evasión de cada comuna para el horario punta mañana (información construida a partir de las zonas 777), la relación entre ellas puede ser estimada utilizando una regresión entre el IPS explicando la tasa de evasión. La primera intuición es realizar una estimación lineal, sin embargo, la regresión no lineal exponencial presenta un mejor ajuste para los datos. El resultado de la estimación, con un R^2 de 0,7756, donde los puntos representan a las distintas comunas de Santiago, es el siguiente:

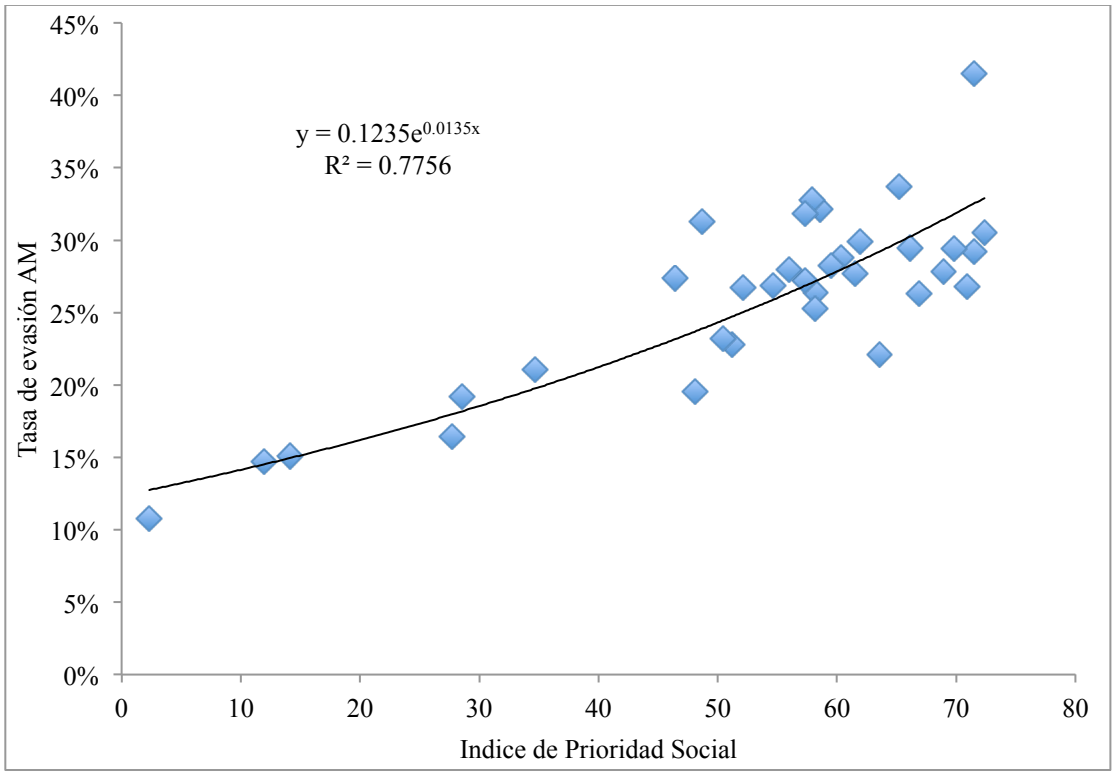

Figura 4-5 Relación entre tasa de evasión e IPS

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio DICTUC (2012)

La ecuación obtenida puede transformarse en una regresión lineal simple tras aplicar logaritmo en ambos lados, obteniendo $\ln(evasión) = 0{,}0135IPS - 2{,}0913$. Dado estos resultados, se puede concluir que el desarrollo social explica con una alta significancia el cambio en la tasa de evasión mediante un modelo exponencial.

Sin embargo, el gráfico anterior puede ser analizado como una regresión por tramos, de la siguiente forma:

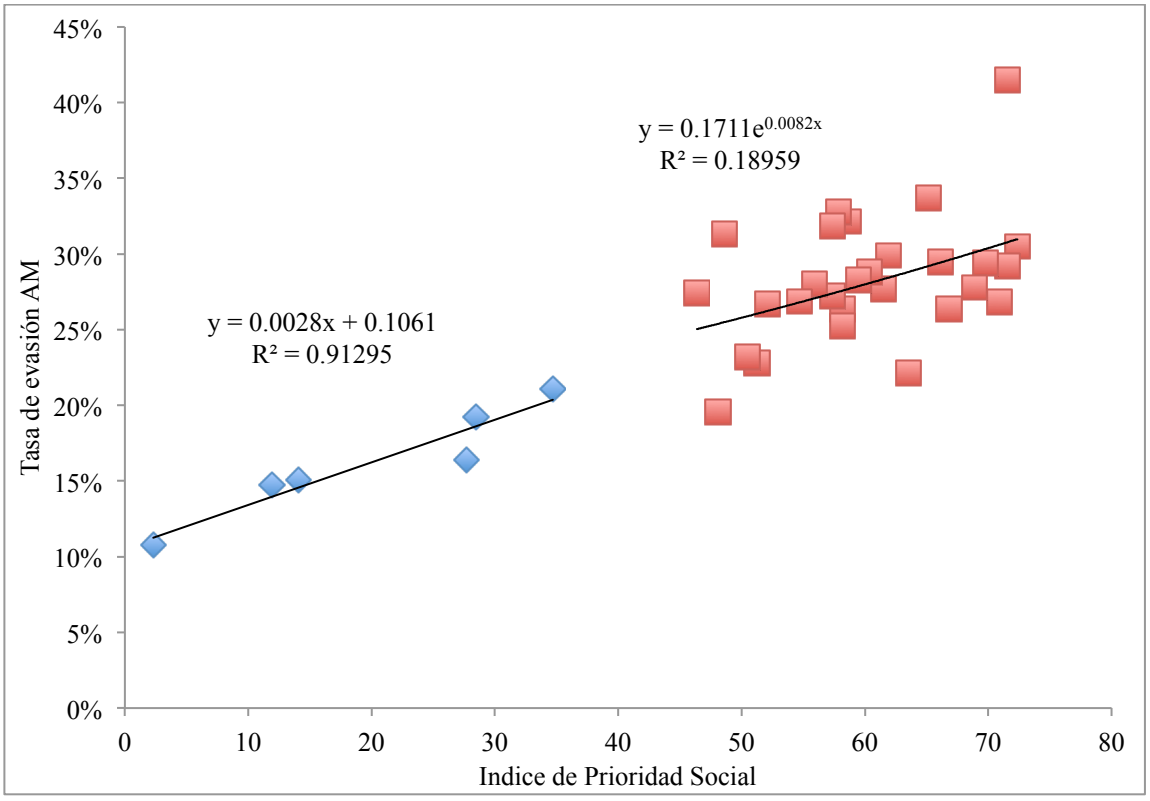

Figura 4-6 Relación entre tasa de evasión e IPS por tramos

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio DICTUC (2012)

En la Figura 4-6 se puede ver que para las primeras 6 comunas, pertenecientes a las categorías Sin Prioridad y Baja Prioridad, el índice de priodidad social cuenta con un R^2 de 0,913, mayor que el obtenido anteriormente. Para las comunas pertenecientes a las categorías restantes se observa una dispersión mucho mayor, obteniendo un R^2 de 0,189. En este sentido, se puede atribuir la relevancia del IPS en la explicación de la tasa de

evasión de forma mayoritaria al comportamiento de las comunas con índices más bajos, las cuales son explicadas de forma significativa por su nivel de prioridad social. En cambio, para las comunas más prioritarias, el índice pierde cierto nivel de significancia, a pesar de seguir estimando la tasa de evasión pero con una variabilidad mayor. Esto puede explicarse porque las comunas con mayores niveles de prioridad son más homogéneas entre sí, mientras que a medida que baja el IPS, las comunas comienzan a diferenciarse más unas de otras (para las dos categorías más bajas hay 6 comunas entre 14 puntos de IPS mientras que para las categorías de mayor prioridad hay 28 comunas para 12 puntos de IPS).

Por otro lado, se buscó la relación entre el IPS y la cantidad de evasión (número de no-validaciones o viajes no pagados). Este análisis es importante debido a que los viajes generados en las diferentes comunas difieren unos de otros, por lo que el ajuste de la relación puede no ser el mismo. De esta forma, cada tasa de evasión fue amplificada por la cantidad de viajes que se generan en cada comuna, obteniendo así el número de viajes no pagados para cada comuna. El resultado de la mejor estimación de la relación que tiene esta variable con el IPS es de un R^2 de 0,1866 en una regresión de potencia, lo cual significa que la variabilidad del ajuste sube cuando se analiza el número de no validaciones en vez de la tasa de evasión.

Por otro lado, se puede analizar cómo cambia la distribución de la evasión en los distintos periodos del día. A modo de análisis previo, se esperaría que en aquellas comunas que presentan mayores IPS exista más evasión en la mañana que en la tarde, debido a que en el horario de la tarde los usuarios se encuentran generalmente en comunas diferentes a la de origen. Para revisar esto, se calculó la diferencia entre las tasas de evasión AM y PM. En la siguiente figura los colores rojos equivalen a comunas en las que baja la tasa de evasión de la mañana a la tarde, y los colores azules a aquellas que suben. Mientras más rojo o azul sean, más acentuada es la diferencia correspondiente. Para obtener un efecto visual, estas fueron ordenadas de menor prioridad social a mayor prioridad social según el IPS de cada comuna.

Figura 4-7 Cambio en tasas de evasión ordenado por prioridad social

Fuente: Elaboración propia

Se esperaría que aquellas comunas que se encuentran en lo más alto subieran sus índices de evasión (tienen bajo IPS, y por tanto, debería tener bajo nivel de evasión AM) y aquellas que se encuentran en lo más bajo de la figura bajaran sus índices de evasión. En la Figura 4-7 se puede ver que el patrón no es conclusivo. Sin embargo, sí se puede ver que los colores azules más oscuros se concentran en la parte inferior de la figura, por lo que aquellas comunas de altos índices de prioridad (más vulnerables) ven reducidas de mayor forma sus tasas de evasión en la tarde que aquellas de bajos índices de prioridad.

4.4 Evasión de la tarifa por categorías de prioridad social de las municipalidades

A partir del IPS, el Ministerio de Desarrollo Social (2014) realizó cinco categorías que van de alta prioridad (comunas más vulnerables) a ninguna prioridad. Estas categorías correspondenden a los siguientes intervalos de prioridad social para las comunas:

Tabla 4-1 Categorías de prioridad social para las comunas

Categoría	**Número de comunas**	**Intervalo IPS**
Sin prioridad	3	Bajo 15 puntos
Baja	3	Bajo 41 puntos
Media baja	9	Bajo 53 puntos
Media alta	23	Bajo 63 puntos
Alta	14	-

Fuente: Elaboración propia

Estas categorías se utilizan para confirmar los patrones obtenidos en el análisis previo, ahora contrastando estos cinco grupos con pruebas estadísticas de comparación de medias. Se calculan entonces las tasas de evasión para cada categoría construyendo un promedio ponderado de la evasión según la cantidad de viajes generados en las comunas que pertenecen a cada categoría. Es decir, si hay tres comunas que forman parte de una categoría, cada una de las tres tasas de evasión se pondera por la cantidad de viajes generados en esa comuna, se suman y luego se dividen por la suma del total de viajes de todas las comunas. Lo mismo se realiza para la desviación estándar, según las siguientes fórmulas:

$$Evasión_j = \frac{\sum_i evasión_i \cdot viajes_i}{\sum_i viajes_i} \quad \forall i \in j = \{1, \ldots, 5\} \tag{4.4}$$

$$Desviación_j = \frac{\sum_i Abs(evasión_i - \frac{\sum_i evasión}{\sum i}) \cdot viajes_i}{\sum_i viajes_i} \quad \forall i \in j = \{1, \ldots, 5\} \tag{4.5}$$

A partir de este cálculo, se obtienen los siguientes valores:

Tabla 4-2 Tasas de evasión por categoría

Categoría	**Promedio ponderado**	**Desviación Estándar**
Sin prioridad	0,1442	0,0153
Baja	0,1994	0,0177
Media baja	0,2515	0,0394
Media alta	0,2931	0,0246
Alta	0,2957	0,0360

Fuente: Elaboración propia

Con esto, se utiliza un test-t para comparar las categorías según su promedio y varianzas. Como se tienen cinco categorías, se obtienen diez comparaciones de pares de categorías, tal como se muestra en la tabla a continuación. En esta, se han organizado por orden de grados de separación entre las categorías según su similitud en prioridad social. La columna del test-t cuantifica qué tan distintas son las muestras, donde para valores mayores a 1,96 se concluye que son estadisticamente distintos bajo un 95% de confianza (y para aquellos menores, que son estadísticamente iguales para el mismo nivel de confianza). Como se observa en la tabla, el único valor que no safisface esta condición es la primera comparación, entre las dos categorías más altas de prioridad social (las más vulnerables), con un grado de separación. De la misma forma, mientras la separación entre las muestras es más grande en cuanto a los saltos de categoría según prioridad social, más grande es el test-t, y por tanto son distintas con mayores niveles de confianza (esto se define como tendencia general, debido a la excepción del salto en la última comparación de tres grados).

Tabla 4-3 Prueba estadística de comparación de medias: Test-t

Pares de categorías	**Test-t**	**Grados**
Media Alta - Alta	0,1931	1
Media Baja - Media Alta	2,3679	1
Baja - Media Baja	2,7376	1
Sin prioridad - Baja	4,0865	1
Media Baja - Alta	2,2434	2
Sin prioridad - Media Baja	5,8519	2
Baja - Media Alta	7,5360	2
Baja - Alta	6,2957	3
Sin prioridad - Media Alta	13,1348	3
Sin prioridad - Alta	10,5079	4

Fuente: Elaboración propia

Debido a que estamos comparando más de dos muestras al mismo tiempo, se puede utilizar el Analisis de Varianza (ANOVA). Esta prueba incluye todas las muestras y calcula la diferencia estadística entre ellas utilizando un test-F definido con hipótesis nula donde las muestras comparadas son estadísticamente iguales. Para calcular este estadístico se utilizan las siguientes fórmulas (Box, 1953):

$$F = \frac{variabilidad\ inter\ grupos}{variabilidad\ intra\ grupos} \tag{4.6}$$

donde,

$$variabilidad\ inter\ grupos = \sum_i n_i \frac{(\overline{Y_{i\cdot}} - \bar{Y})^2}{(K-1)} \tag{4.7}$$

con $\overline{Y_{i\cdot}}$ la media de la muestra i, n_i el tamaño de la muestra i, $\bar{Y}$ la media general de los datos, K el número de grupos y N el tamaño general de la muestra, y

$$variabilidad\ intra\ grupos = \sum_{ij} \frac{(Y_{ij} - \overline{Y_{i\cdot}})^2}{(N-K)} \tag{4.8}$$

con Y_{ij} la observación j del grupo i. Por esto, el estadístico F será grande si la variabilidad inter grupos amplia comparada con la intra grupos, lo cual es poco probable si las medias de las poblaciones son muy parecidas. El valor obtenido se debe comparar con el $F(f_b, f_w)$ donde f_b son los grados de libertad entre grupos (K-1) y f_w son los grados de libertad intra grupos (N-K).

A partir de estos cálculos, el estadístico F obtenido es de 17,995, mayor que el F(4,29)=2,69 obtenido de la tabla asociada, por lo que se puede concluir que con un 95% de confianza las muestras son estadísticamente distintas unas de otras. De la misma forma se puede calcular el error estándar (S.E) del grupo de muestras, el cual es de 0,0179. Así, se concluye que todas las muestras son distintas unas de otras dado el error estándar del conjunto de muestras, con la excepción del último par de muestras: Medio Alta y Alta, que presentan valores muy cercanos (Tabla 4-4).

Tabla 4-4 Comparación de muestras según Test-F

Categoría	**Media**	**Media + S.E**
Sin prioridad	0,1442	0,1621
Baja	0,1994	0,2173
Medio Baja	0,2515	0,2694
Medio Alta	0,2931	0,3110
Alta	0,2957	-

Fuente: Elaboración propia

4.5 Distribución espacial en el tiempo

El MTT recolecta datos de evasión en buses desde mediados del 2007, metodología que fue descrita en la sección de Marco Teórico. Se cuenta con esta información desde el 2010 al 2014, la cual, ahora que se conoce la distribución espacial de la evasión en Santiago, será utilizada para validar las relaciones obtenidas pero esta vez a lo largo del tiempo.

Debido a que estas bases de datos mensuales no cuentan con información sobre los pasajeros ni sobre en lugar donde se incurrió la infracción, se utiliza una aproximación

ya realizada por Guarda et al. (2015), mediante un algoritmo que infiere la ubicación de la parada del bus para cada medición. Metodología que Guarda et al. (2015) describe como sigue a continuación:

> *"El algoritmo utiliza información disponible en una base de datos pública correspondiente al programa operacional de Transantiago del segundo semestre de 2012 (DTPM, 2012), que contiene el listado de todos los servicios de buses del sistema y las características de cada uno de sus paraderos. En una primera etapa, se construye un vector para cada servicio-sentido con la proporción de paraderos que están ubicados en cada comuna. En una segunda etapa, cada vector es ordenado secuencialmente en base al sentido del servicio y cuál es la municipalidad que se visita primero. Finalmente, el algoritmo replica proporcionalmente el orden en el cual las municipalidades son visitadas por cada servicio de bus3 dentro de la lista completa de observaciones recolectadas por cada fiscalizador en una tanda determinada de mediciones (las observaciones recolectadas por cada fiscalizador son ordenadas secuencialmente según la hora de la medición). Por ejemplo, si la mitad de los paraderos de la ruta medida están ubicados en la municipalidad A, el algoritmo asume que la primera mitad de las observaciones de esa tanda de mediciones fue recolectada en esta municipalidad. Finalmente, el algoritmo es aplicado al conjunto completo de observaciones medidas en cada expedición, con lo cual cada observación queda asociada a alguna municipalidad."*

Luego de aplicar este algoritmo a las bases de datos, su precisión fue verificada. Se utilizó el mismo algoritmo en una base con la que se cuenta de una empresa operadora que mide la evasión y sí asigna las comunas en las que se realizó dicha evasión. Con esto, el poder predictivo del algoritmo ascendió a un 64% para estimar la comuna de origen, e incluso a un 92% para estimar el categoría del ingreso de la comuna. Esto se debe a la alta segregación descrita en Santiago, por lo que el algoritmo acierta a la

comuna o bien a alguna aledaña que presenta características socioeconómicas iguales o muy similares.

Utilizando este algoritmo, se obtienen tasas de evasión para los distintos periodos para los que se cuenta con la base de datos (2010 a 2014). En la siguiente figura se muestra la evolución de las tasas de evasión agregadas en el tiempo, siendo la primera el promedio para el año 2010-2011, luego el año 2012 y por último el promedio 2013-2014. Esta separación fue realizada debido a que el 2012 se realizó el cambio de contratos. Los colores más claros equivalen a tasas de evasión más bajas, mientras que los más oscuros significan tasas de evasión más altas (más cercanas a 1).

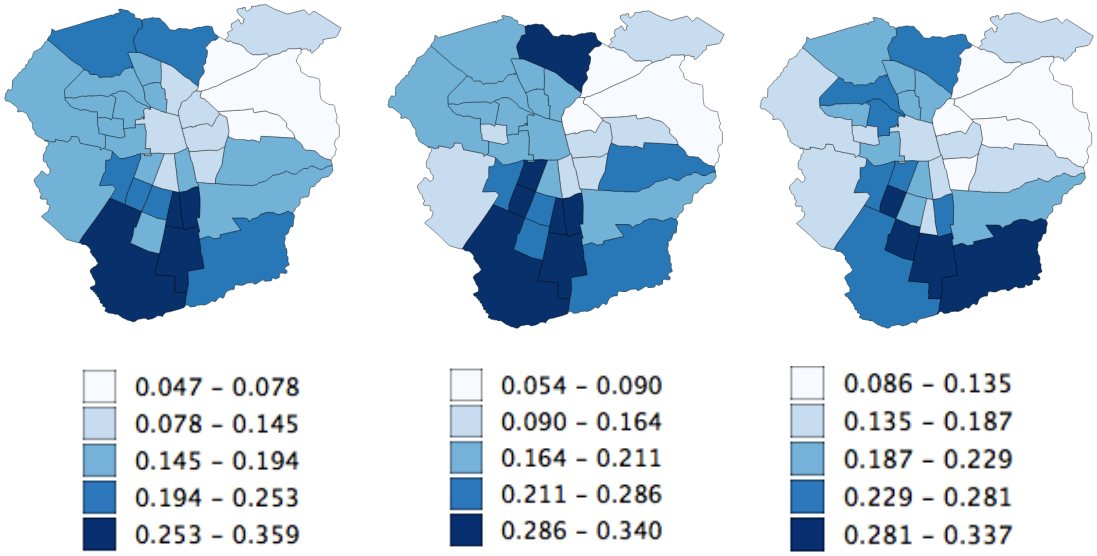

Figura 4-8 Evolución de la tasa de evasión en el tiempo

Fuente: Elaboración propia

Al comparar estas figuras con el mapa realizado a partir del estudio de zonas 777 (Figura 4-2, que presenta mayor confiabilidad debido a que las tasas de evasión para cada comunas no son estimadas mediante un algoritmo sino con una medición realizada por el DICTUC), se ven similitudes en cuanto a que las personas de las comunas del sector Oriente son las que menos evaden en comparación con el resto de Santiago, en especial el Sur y el Norte de la ciudad. Sin embargo, no se puede concluir que los datos

estimados son del todo precisos debido a que sí se presentan diferencias en cuanto a cuáles son las comunas que presentan los mayores índices (colores más cargados).

A pesar de que el algoritmo presenta alta precisión al estimar las comunas, muchas observaciones de las bases de datos que se tiene o bien no cuentan con la información suficiente para realizar estas estimaciones, o algunas comunas no presentan mediciones en algunos meses. En este sentido, para realizar los análisis se decidió trabajar con mediciones agregadas de forma trimestral (agregando mediciones y obteniendo así información para todos los periodos), y por otro lado agregadas según las categorías de prioridad social (Ministerio de Desarrollo Social, 2014). Con ambas modificaciones se cuenta con suficiente información para cada uno de los periodos (trimestral y por categoría de prioridad social).

Una vez trabajadas las bases de datos, se puede estudiar el comportamiento de la evasión a lo largo de Santiago en el tiempo. Para esto, se utilizan pruebas estadísticas de comparación de medias, pero ahora para diferentes periodos de tiempo (siempre con información del periodo punta mañana). En particular, se puede revisar como el test-F evoluciona en el tiempo utilizando información trimestral desde Enero del 2010 a Marzo del 2012. Esta muestra temporal se escogió porque se busca minimizar el error de medición debido a que luego de ese último mes la metodología de medición de la evasión cambió.

En primer lugar, se calcularon las tasas de evasión promedio para cada categoría mediante el promedio ponderado de las comunas que pertenecen a cada categoría según la cantidad de viajes generados en ella. Esta metodología es la misma que se realizó en la sección anterior para calcular las tasas de evasión promedio, pero ahora se repite para los distintos periodos. Con esto, se obtienen los siguientes valores para cada categoría en el tiempo:

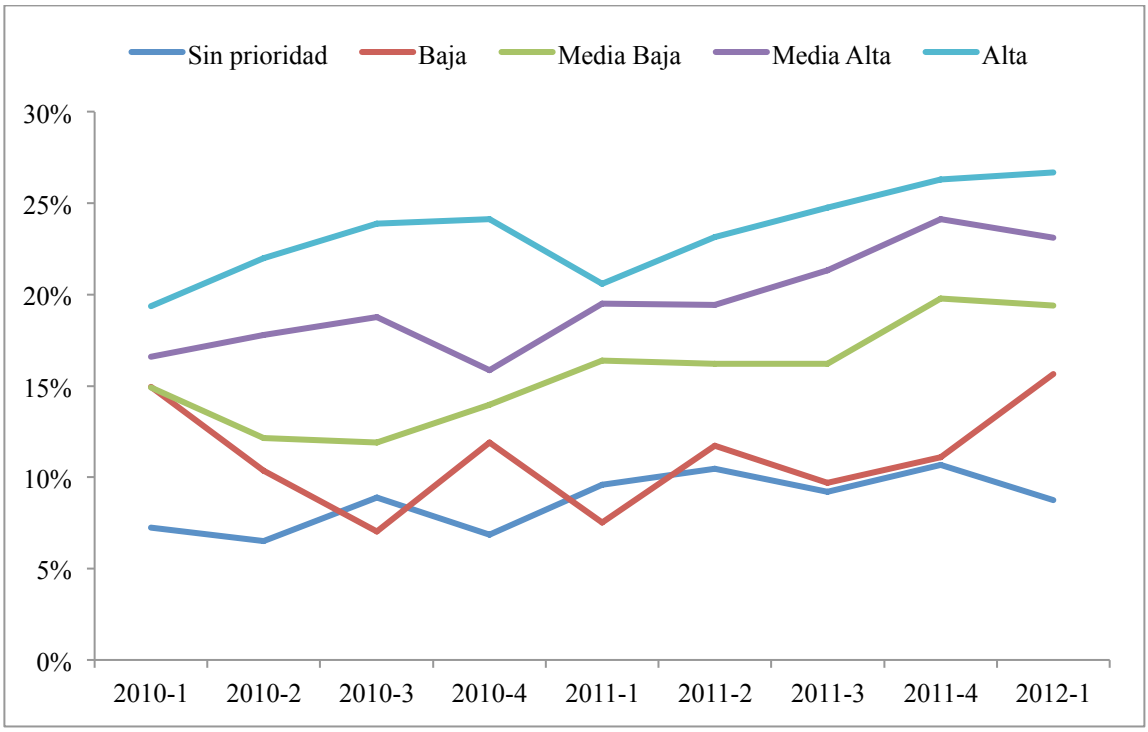

Figura 4-9 Tasa de evasión según categoría de prioridad social en el tiempo

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que a medida que sube la prioridad de la categoría se obtienen, en general, mayores valores para las tasas de evasión. Algunas categorías se cruzan a lo largo del tiempo, en particular las dos de más baja prioridad social, pero aquellas que presentan mayor prioridad muestran diferencias más definidas. Para analizar esto estadísticamente se debe calcular la desviación estándar de los promedios ponderados obtenidos. Estas se obtienen de la misma forma en la que fueron calculadas en la sección anterior, pero ahora para todos los periodos necesarios. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados.

Tabla 4-5 Desviación estándar por categoría para trimestres del 2010 al 2012

Trimestre / Desv. Estándar	1-2010	2-2010	3-2010	4-2010	1-2011	2-2011	3-2011	4-2011	1-2012
Sin Prioridad	0,0058	0,0144	0,0232	0,0286	0,0195	0,0359	0,0484	0,0303	0,0264
Baja	0,0606	0,0529	0,0257	0,0243	0,0243	0,0297	0,0440	0,0377	0,0075
Media Baja	0,0384	0,0735	0,0299	0,0364	0,0547	0,0506	0,0462	0,0471	0,0535
Media Alta	0,0320	0,0478	0,0429	0,0276	0,0362	0,0288	0,0362	0,0433	0,0391
Alta	0,0993	0,0720	0,0569	0,1049	0,0999	0,0937	0,0745	0,0499	0,1039

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos sirven para realizar análisis que permitirán definir si las muestras son estadísticamente distintas en el tiempo. Para realizar un análisis visual de estos resultados se puede comparar los promedios ponderados de las tasas de evasión de cada categoría agregando las desviaciones correspondientes, como muestra el siguiente gráfico que hace una comparación de la categoría Sin Prioridad versus las otras cuatro. Se puede ver cómo, a medida que suben los grados de separación, los valores más las desviaciones dejan de toparse.

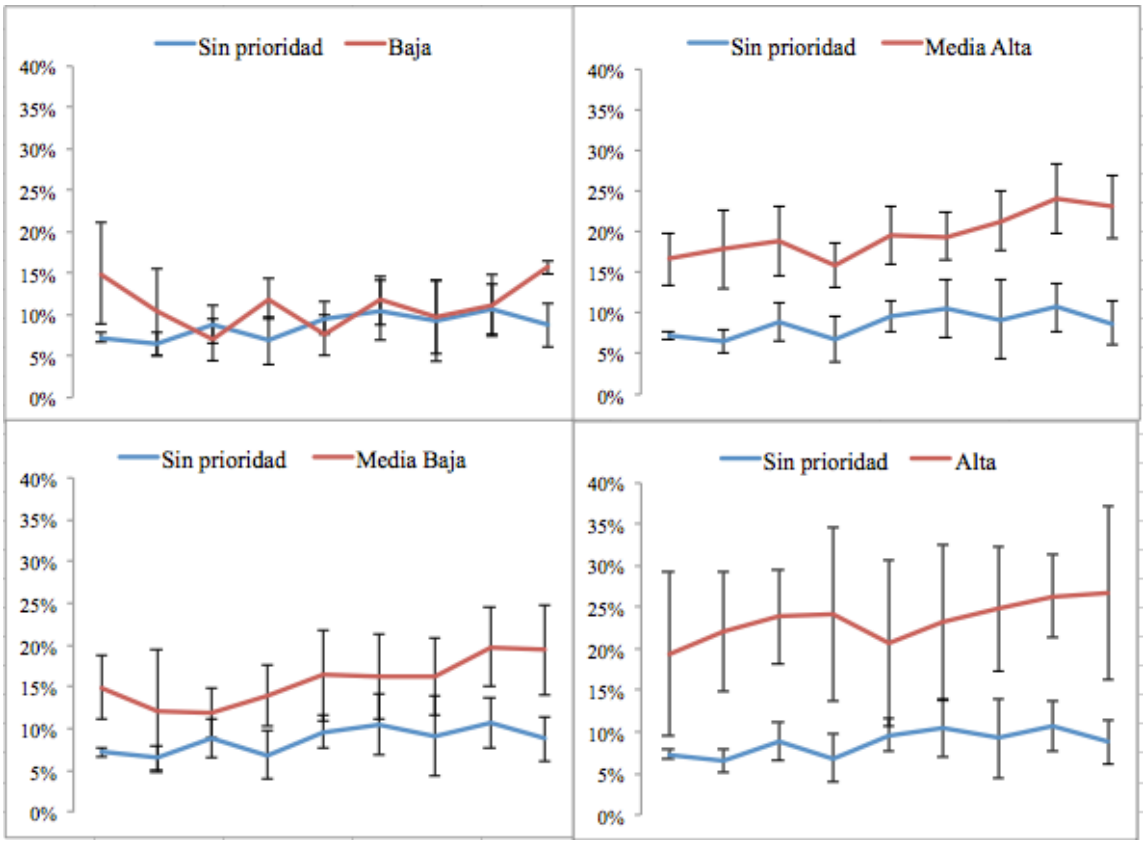

Figura 4-10 Comparación según tasa de evasión de categoría sin prioridad con el resto

Fuente: Elaboración propia

Para analizar la similitud estadística de las muestras en el tiempo se utiliza en primer lugar el test-t utilizado en la sección anterior, pero ahora para todos los periodos estudiados. Se obtienen los siguientes valores (Tabla 4-6), nuevamente ordenados de forma ascendente según el grado de separación entre las categorías estudiadas. Los valores rojos son aquellos que quedan bajo el 1,96 (95% de confianza para el test-t), por lo que estas parejas no se pueden concluir como estadísticamente diferentes.

Tabla 4-6 Test-t para cada par de categorías del 2010 al 2012

Trimestre / Par de categorías	1-2010	2-2010	3-2010	4-2010	1-2011	2-2011	3-2011	4-2011	1-2012	grado
Sin prioridad - Baja	2,20	1,22	-0,93	2,33	-1,14	0,46	0,13	0,15	4,36	1
Baja - Media Baja	-0,01	0,42	2,54	1,00	3,36	1,67	2,06	2,99	1,67	1
Media Baja - Media Alta	0,92	1,71	3,95	1,13	1,27	1,44	2,38	1,89	1,51	1
Media Alta - Alta	0,84	1,58	2,33	2,42	0,32	1,21	1,33	1,09	1,03	1
Sin prioridad - Media Baja	4,79	1,82	1,67	3,19	2,72	1,96	2,08	3,50	3,99	2
Baja - Media Alta	0,45	2,22	6,08	2,45	6,86	4,04	4,24	5,19	6,15	2
Media Baja - Alta	1,26	2,61	5,51	2,80	1,08	1,92	2,84	2,62	1,85	2
Sin prioridad - Media Alta	9,53	7,01	5,43	4,90	6,48	4,01	4,07	6,26	7,57	3
Baja - Alta	0,93	3,06	7,23	3,39	3,77	3,34	4,36	5,66	3,32	3
Sin prioridad - Alta	3,84	6,40	6,68	4,66	3,28	3,51	4,26	6,64	4,95	4

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, a medida que suben los grados de separación entre las categorías, se estabiliza la posibilidad de que sean estadísticamente distintas.

Por último, como muestra la tabla 4-7, cuando se comparan los test-F de los distintos periodos con el estadístico F(4,29) de 2,69, solo el primer semestre las muestras no son significativamente diferentes unas de otras, pero para todos los otros periodos sí lo son, con un 95% de confianza.

Tabla 4-7 Test-F para cada trimestre estudiado

Trimestre	1-2010	2-2010	3-2010	4-2010	1-2011	2-2011	3-2011	4-2011	1-2012
Valor F	1,7941	4,0554	9,5720	5,2643	3,4119	3,9432	8,8382	12,989	4,1028

Fuente: Elaboración propia

De estos resultados del análisis espacial es claro que la evasión está altamente correlacionada con el constructo socioeconómico IPS a pesar del descubrimiento realizado en el capítulo 3 de que no se puede comprobar la existencia de una relación temporal de la evasión con la tarifa ni con el desempleo. Puede inferirse de estos hallazgos que hay una relación base entre el status socioeconómico y la evasión de la tarifa, a pesar de que esta relación no explique por qué la evasión ha subido en el tiempo. Esto se complementa con el análisis realizado por Tirachini y Quiroz (2016) donde muestran que el gasto porcentual de los hogares se ha mantenido relativamente constante mientras la evasión ha subido, como muestra la figura a continuación.

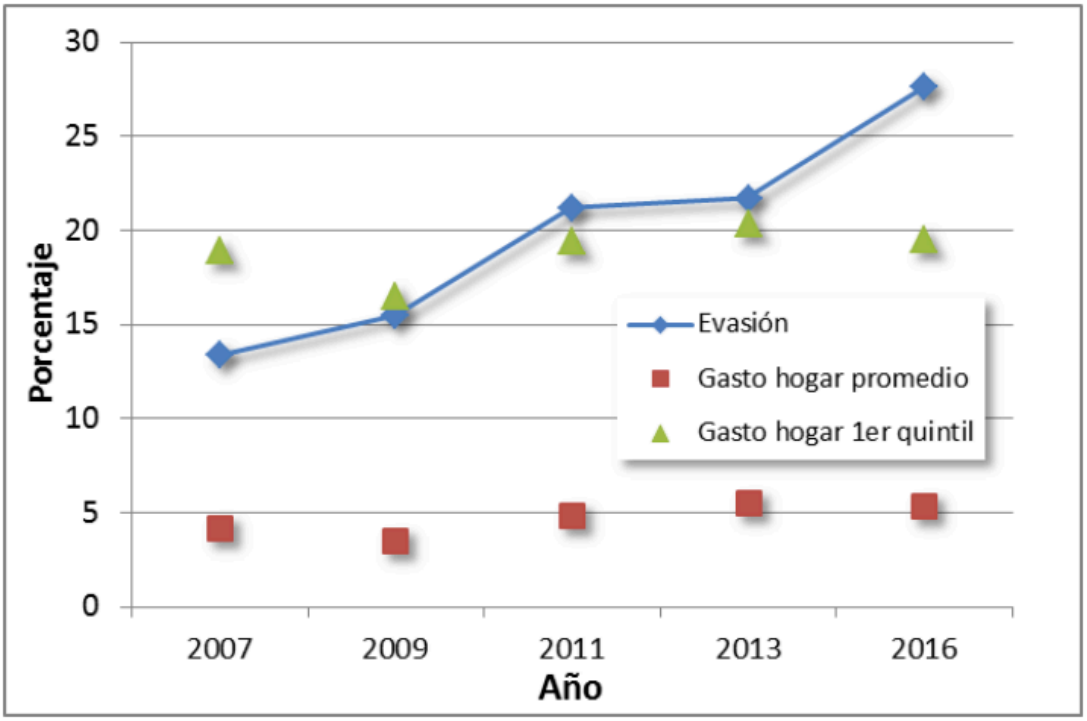

Figura 4-11 Evolución evasión versus gasto en transporte

Fuente: Evasión del pago en Transporte Público: evidencia internacional y lecciones para Santiago. Tirachini y Quiroz (2016)

5 ANÁLISIS CUALITATIVO: ENTREVISTAS A OPERADORES

El objetivo de este capítulo es complementar los análisis cuantitativos con información obtenida a través de métodos cualitativos. En específico se buscan factores que tengan relevancia en la evasión, en particular desde la visión de las empresas operadoras, para entender de mejor manera la relación entre la evasión y su gestión.

Además, resulta de particular interés analizar un fenómeno que el análisis cuantitativo no entregó, el cual sucede en el periodo posterior a la baja en evasión después del cambio de contratos, donde se ve cómo las tasas vuelven a subir (a partir de 2013).

5.1 Metodología: Entrevistas semi-estructuradas

Según Fylan (2005) las entrevistas semi-estructuradas funcionan como conversaciones donde el entrevistador conoce lo que quiere descubrir, y por tanto tiene un grupo de preguntas a utilizar, pero cuenta con la flexibilidad para variar la conversación. El entrevistador sigue una guía pero puede seguir tópicos relacionados o bien desviarse por a otros temas si lo considera necesario (Cohen y Crabree, 2006).

A diferencia de las entrevistas estructuradas, donde se cuenta con preguntas predeterminadas y ordenes fijos, las entrevistas semi-estructuradas pueden ser distintas unas de otras, por lo que la cantidad de estructura con la que cuenten dependerá de los objetivos de la investigación (preguntas o temáticas más complejos necesitan entrevistas menos estructuradas) (Fylan, 2005). En este sentido, las entrevistas semi-estructuradas son mejores para encontrar el por qué, y no el qué o el cuánto debido a la flexibilidad que proporcionan (Fylan, 2005).

5.2 Procedimiento y participantes

Para realizar este estudio, se trabajó con entrevistas semi-estructuradas que apuntaran a ahondar en temáticas específicas mediante la utilización de una pauta, y que al mismo tiempo dieran flexibilidad que permitiera adecuar la conversación a los objetivos planteados. Para asegurar su correcta realización, a través de un fondo del *BRT Center of*

Excellence, se contrató a una psicóloga especialista en realización de entrevistas, quien utilizó la pauta presente en el Anexo 5 para llevarlas a cabo.

Las entrevistas fueron realizadas a los encargados del control de la evasión (gerente de operaciones o de validaciones según corresponda para cada empresa) de cuatro operadoras: Metbus, Red Bus, STP y Su Bus. Para entender el contexto de cada empresa, se pueden ver a continuación la realidad que presenta cada una con respecto a su nivel de evasión y cómo este ha variado en el tiempo (por trimestres, desde inicios de 2013 a principios de 2015[5]).

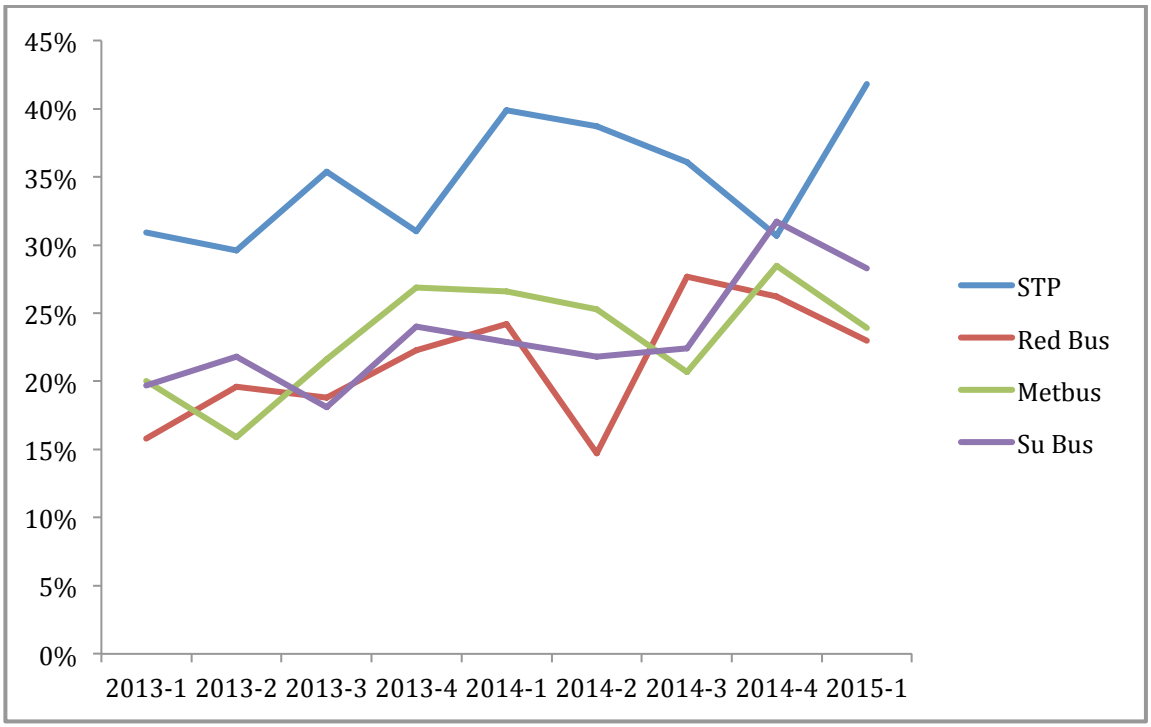

Figura 5-1 Comparación según tasa de evasión de categoría sin prioridad con el resto

Fuente: Elaboración propia a partir de datos en la web de DTPM

Como se ve en la figura anterior, la empresa STP presenta niveles de evasión notoriamente más altos (y mayor variabilidad) que las otras tres operadoras, las cuales tienen tasas de evasión similares en el tiempo. Debido a los resultados obtenidos en la

[5] Se tomaron estos años para ser consistente con el cambio de metodología de medición de la evasión.

sección anterior, es importante tener en cuenta qué comunas cubre cada empresa operadora, debido a que, como fue demostrado en el capítulo 4, esto podría ser parte determinante de sus tasas de evasión. La tabla a continuación muestra esta información.

Tabla 5-1 Cuadro comparativo de las cuatro empresas operadoras estudiadas

Empresa operadora	**Comunas que recorre**	**Flota**
STP	Puente Alto, La Pintana, San Bernardo, La Cisterna, El Bosque, San Ramón, La Granja, La Florida, Macul, Peñalolén, Ñuñoa, La Reina, Las Condes, Vitacura, Huechuraba, Recoleta	530
Red Bus	Lo Barnechea, Providencia, Las Condes,Vitacura, Huechuraba, Quinta Normal, Estación Central, Quilicura, Renca, Independencia, Recoleta, Conchalí	645
Metbus	Santiago, Providencia, Peñalolén, Macul, Ñuñoa, Las Condes, Vitacura, Estación Central, Maipú, Quinta Normal, Pudahuel, Cerro Navia, Lo Prado	927
Su Bus	Quilicura, Huechuraba, Recoleta, Independencia, Conchalí, Providencia, Las Condes, Vitacura, Ñuñoa, Peñalolén, Macul, La Florida, La Granja, Puente Alto, Pedro Aguirre Cerda, San Joaquín, San Miguel, Lo Espejo, Estación Central, Cerrillos, Quinta Normal, Santiago, La Cisterna, La Pintana, El Bosque, San Bernardo, San Ramón	1301

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se puede observar que la empresa Su Bus es la que cuenta con la flota más grande además de tener la mayor diversificación en cuanto a las comunas que abastece, a pesar de contar en mayor parte con comunas de bajos ingresos. Como se puede ver en la siguiente figura, su foco principal son la zona Sur y zona Norte (incluyendo el centro), pero extiende su rango de alcance.

Figura 5-2 Recorridos empresa Su Bus actualizados a julio 2016

Fuente: Mapas de recorridos. Página web Transantiago

En contraste, STP presenta menor diversificación, y a excepción de dos comunas (Las Condes y Vitacura) por las que pasa brevemente, transita principalmente por la zona Sur de Santiago (hacia la zona Norte con algunos recorridos) donde se concentran comunas de bajos ingresos. Los recorridos de STP se pueden observar en amarillo en la siguiente figura.

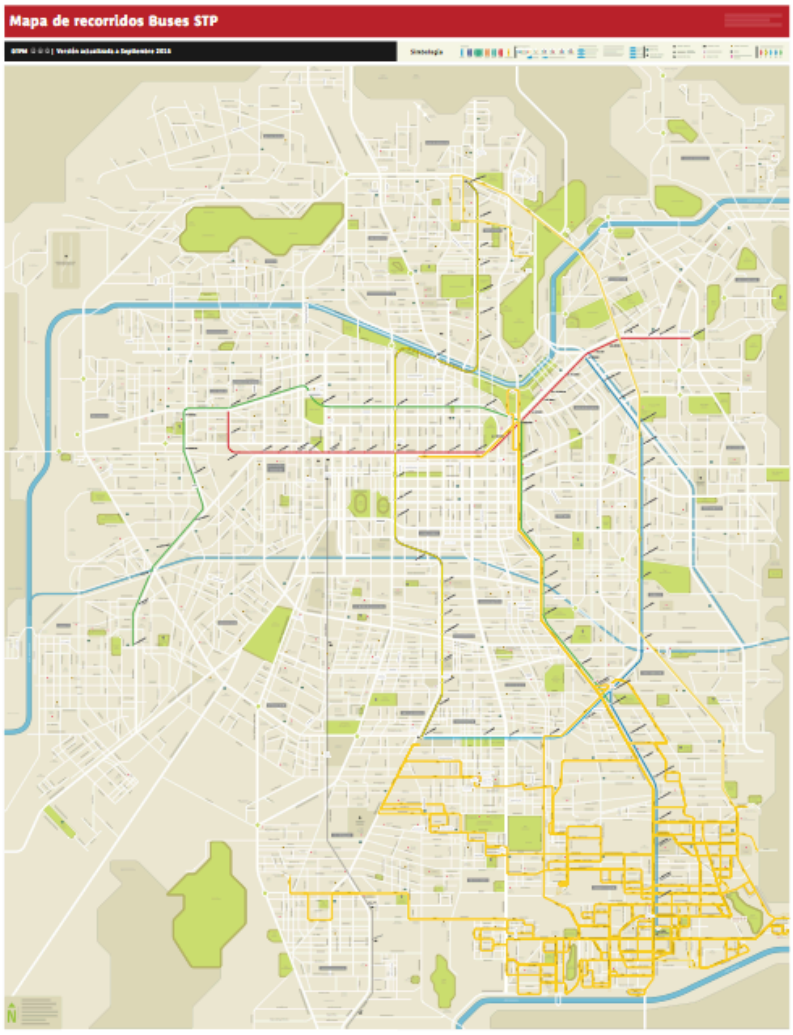

Figura 5-3 Recorridos empresa STP actualizados a julio 2016

Fuente: Mapas de recorridos. Página web Transantiago

El caso de Metbus, el cual presenta actualmente una de las tasas de evasión más bajas según las mediciones del MTT, es distinto en cuanto cubre el territorio de Santiago de Poniente a Oriente, tal como muestran las líneas celestes en la siguiente figura.

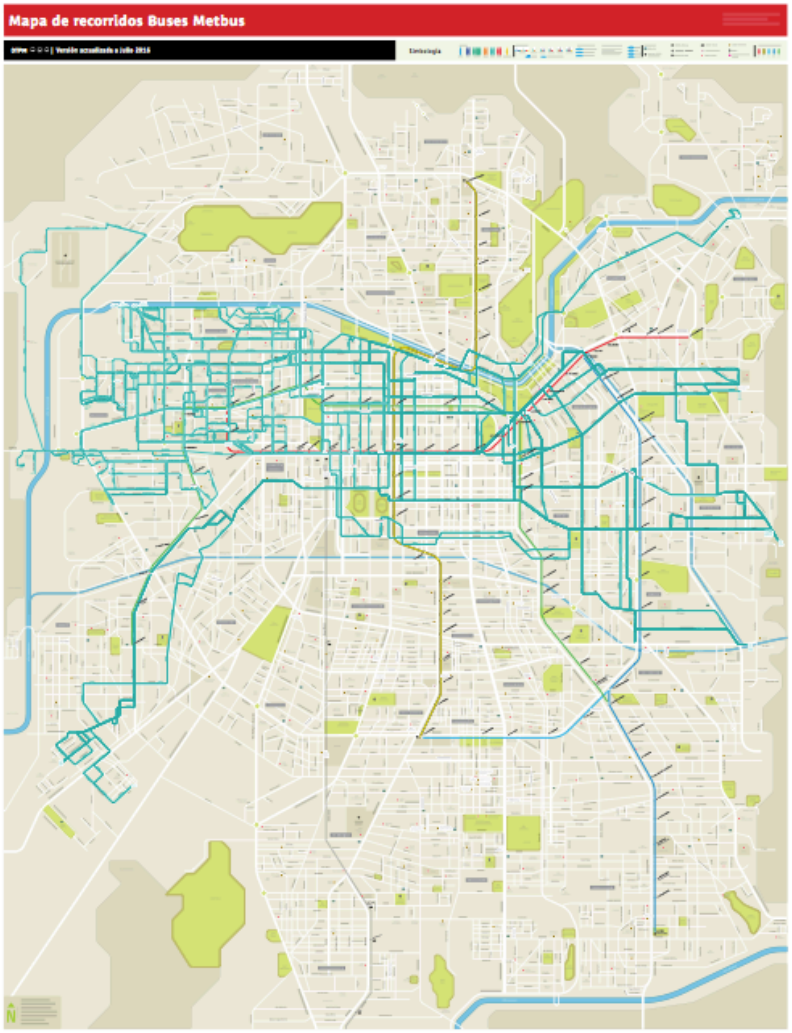

Figura 5-4 Recorridos empresa Metbus actualizados a julio 2016

Fuente: Mapas de recorridos. Página web Transantiago

Por último, Red Bus es otra empresa operadora que presenta menores tasas de evasión. Cubre la mayor parte de la zona Oriente (de mayores ingresos), y alcanza comunas de la zona Norte de menores ingresos que posiblemente explican que su tasa de evasión suba. En la siguiente figura se muestran los recorridos de la empresa Red Bus en rojo.

Figura 5-5 Recorridos empresa Red Bus actualizados a julio 2016

Fuente: Mapas de recorridos. Página web Transantiago

Como se puede ver en las descripciones anteriores, se entrevistaron a empresas que cuentan con características muy distintas tanto en los recorridos que tienen, las comunas que cubren, la flota con la que cuentan y las tasas de evasión respectivas. Teniendo esto en consideración, a continuación se exponen los resultados obtenidos de las entrevistas.

5.3 Información de las entrevistas

Luego de que las entrevistas fueran realizadas por la psicóloga, esta entregó las grabaciones correspondientes, y el tesista se realizó las transcripciones correspondientes,

sistematizando la información para su estudio posterior. El análisis de esta información distinguió temáticas en las que se categorizaron las conversaciones realizadas. En la sección 6 de Anexos se muestra una tabla resumen con las ideas más importantes entregadas por cada empresa (se realizaron 6 entrevistas, pero la información fue sistematizada de forma conjunta para las 4 empresas). Cada fila representa una temática y cada columna la visión de una empresa operadora. Los nombres de las empresas fueron retirados para proteger la información proporcionada por cada una.

5.3.1 Conclusiones de la sistematización de resultados

A partir de estos resultados se pueden sacar distintas conclusiones. En primer lugar, destaca el hecho de que el 100% de las empresas consultadas trabajan con sueldos fijos para sus choferes. Solo una empresa considera bonos por evasión y son muy bajos.

Al preguntar sobre los factores macro que han incidido en la alta evasión del sistema las respuestas son coincidentes. En general tratan sobre temas culturales (de costumbre), como respuesta de protesta ante el déficit en calidad del sistema (en particular se menciona el inicio con marcha blanca que validó este comportamiento), el agravamiento que han aportado los medios de comunicación y la desinformación de la gente sobre la validación necesaria en buses.

Cuando se pregunta sobre el impacto que tiene la evasión en las respectivas empresas 3 de 4 mencionan por iniciativa propia que las cifras que ellos manejan son distintas a las que entregan las autoridades (DTPM y MTT), argumentando que las tasas de evasión dependen de las zonas y recorridos que se midan.

Sobre el cambio en los contratos del 2012, todos concuerdan en que se dieron más incentivos económicos. Algunos mencionan que estos existen hasta que deja de ser beneficioso económicamente (algunas acciones saldría más rentable no realizarlas). En su mayoría, consideran que se dio la responsabilidad pero no las herramientas para cumplirla. Se menciona el hecho de que la fiscalización de las empresas no cuenta con carabineros para pasar partes por lo que termina siendo no efectiva en cuanto al castigo,

además de que la fiscalización se torna peligrosa en lugares en los que los niveles de violencia son mayores.

En este sentido, al preguntar sobre la efectividad de la fiscalización, el 50% considera que la sanción debería ser más efectiva, en particular para los operadores, teniendo más facultades para multar. Otra empresa menciona que se realiza solo hasta que sea beneficioso económicamente, atribuyendo esta razón al bajo nivel de control actual. Una de las empresas destaca el efecto que ha tenido su inversión en fiscalización en cuanto a la mitigación que produce en las tasas de evasión, donde menciona que, a pesar de no disminuirlas, ha hecho que no crezca tanto como podría haberlo hecho.

Sobre la distribución zonal de la evasión, todas las empresas coinciden en que las comunas de menores ingresos son aquellas que más evaden. El sector Norte y Sur de Santiago son los más nombrados al consultar por las zonas con mayores niveles de evasión, además del sector Poniente que se atribuye ciertas menciones.

Por último, las empresas en general están de acuerdo con que se han reconocido los esfuerzos realizados por ellas. Sin embargo, algunos mencionan que responden exclusivamente a los incentivos económicos establecidos.

5.3.2 Comentarios

Como fue mencionado en un inicio, uno de los beneficios que tienen las entrevistas semi-estructuradas es que dan espacio para extender las temáticas de conversación en cuanto esto aporte a los objetivos de las entrevistas. En este sentido, se obtuvo información extra proporcionada por algunos entrevistados.

La primera temática surge en torno al rol que cumplen las autoridades de transporte. La mitad de los entrevistados mencionan que, a pesar de los notorios esfuerzos que ha puesto el DTPM y el MTT en aportar al control de la evasión, monetariamente el gobierno muchas veces tiene incentivos a que esta suba, debido a que debe pagar menos transacciones a los operadores. Destacan que esto no significa que busquen eso, pero la inexistencia de incentivos tensiona esa relación.

Otro entrevistado mencionó que los esfuerzos que hace una empresa por sí sola no son efectivos, debido a que la autoridad debe tener presencia para articular y hacer que estos cambios sean importantes. Esto se hace patente en aquellos casos en los que las zonas pagas no se instalan debido a la falta de coordinación para la operación entre empresas operadoras que circulan por un paradero común.

Por último, uno de los entrevistados mencionó que las autoridades de transporte no han entendido que detrás de un servicio social, como lo son los buses, hay una empresa que quiere lucrar, tal como se menciona en las respuestas obtenidas, donde se ve que los operadores realizan esfuerzos mientras les sea rentable. Esto se suma a la idea de que los incentivos deben estar bien puestos para que las empresas tengan como uno de sus objetivos la reducción de la evasión.

La segunda temática abordada en profundidad por los entrevistados trata de la existencia de las zonas pagas y su efectividad. Una empresa menciona que gracias a la inversión que realizan en zonas pagas han reducido un 4,8% la evasión y controlado al 19% de los pasajeros. Sin embargo, mencionan que esa reducción se realiza en un paradero, pero no necesariamente en el sistema debido a que la evasión se mueve. En este sentido, ejemplifican con el eje Santa Rosa como uno que ha sido efectivo en las políticas de barreras físicas, donde se han utilizado zonas pagas y fiscalizadores en distintos paraderos, de tal forma que se controle la evasión que se mueve. Esto se repite según lo mencionado por otra empresa, la cual reitera el hecho de que la evasión se mueve, y que al no ser global la fiscalización o las zonas pagas, el control no es efectivo.

Otro comentario generalizado por parte de las empresas respecta a la fiscalización y su efectividad. En primer lugar una de las empresas menciona que según su punto de vista el tema de la evasión no responde solo a niveles de fiscalización, sino que a un tema cultural y que se deben pensar políticas que vayan más allá de aumentar las sanciones y las multas. Por otro lado, una empresa menciona que la efectividad de la fiscalización es baja si no la realizan acompañados de Carabineros, y que estos últimos no tienen permitido trabajar con privados, por lo que los esfuerzos que ellos pongan en evasión

reducen su efecto potencial. Esta misma empresa operadora comenta que la fiscalización deben hacerla en todos los buses porque si no, no tiene efecto. Sin embargo, les sale tan caro que suelen bajar la intensidad.

Un punto que pareció particularmente importante es lo que menciona uno de los entrevistados en cuanto al efecto que tiene la tarifa en la evasión. Este dice que se ve un impacto en la evasión cuando aumenta la tarifa, sin embargo esto dura unos días y luego se estabiliza. Esto corrobora el análisis econométrico realizado en el análisis temporal, donde se concluyó con datos mensuales que la tarifa no causa la evasión, debido a que para ver un impacto estadístico habría que utilizar información detallada de forma temporal al nivel suficiente para mostrar ese efecto (diario o semanal).

Por último, destacan ciertos factores que agravan la situación de la evasión. Se menciona en primer lugar cómo afecta la congestión dentro de los buses en horas punta, debido al ingreso de los pasajeros por puertas no habilitadas con validadores. Por otro lado, se destacó la existencia de la evasión circunstancial en aquellos casos en que los pasajeros se encuentran sin carga y lejanos a puntos BIP. Ambas situaciones son consideradas un problema, a pesar de no ser reconocidos como los principales causantes del alza de la tasa de evasión en el tiempo.

5.4 Principales conclusiones obtenidas de las entrevistas

A partir de lo analizado de las entrevistas realizadas, se pueden sacar conclusiones que complementan los estudios estadísticos realizados y que enmarcan políticas a aplicar para reducir la evasión. A continuación se enlistan las más importantes:

1. La fiscalización puede ser efectiva si se realiza bien, pero para tener un efecto en el sistema el nivel debe ser mucho mayor, lo cual es generalmente poco rentable. Además, debe ser realizada por el regulador, no por las empresas, debido a que no cuentan con las atribuciones ni las herramientas para realizarla.
2. El sistema de multas no está siendo efectivo. Quienes son multados no ven un real castigo y es muy fácil evadir el pago de la multa asociada a la infracción.

3. Las zonas pagas son unas de las medidas más efectivas en el control de la evasión en el paradero en el que son instaladas, pero a nivel sistémico no logran tener un efecto debido a que la evasión se mueve.
4. Existe una distribución de la evasión a lo largo de Santiago, marcado por recorridos y comunas con mayores índices de evasión. Todos los entrevistados concuerdan en que las comunas de menores ingresos evaden más que las de mayores ingresos, lo cual complementa lo concluido en el análisis espacial.
5. Las tasas de evasión que entrega el MTT son cuestionadas por la mayoría de los entrevistados, quienes dicen tener niveles de evasión distintos a los que se entregan todos los meses por las autoridades. La principal razón la atribuyen a que la medición presenta sesgos en cuanto considera algunos servicios que pueden presentar mayores o menores niveles de evasión dado el recorrido que realizan.

Con el cambio de contratos del 2012 se reduce la evasión promedio (como fue demostrado en el análisis temporal). Sin embargo, esta comienza a subir para el año 2013, para lo cual no se ha encontrado una justificación estadística. A partir de las entrevistas, se distinguen dos posibles causas:

6. Con el cambio de contratos del año 2012 se dieron más incentivos al control de la evasión pero no las herramientas. En esa misma línea, no se puede exigir a los choferes niveles de validaciones debido a la falta de herramientas con los que estos cuentan y la violencia a la que se exponen.
7. El cambio de contratos del 2012 entregó más incentivos económicos al control de la evasión, pero al ser económicos, existen solo hasta que las acciones realizadas son rentables para la empresa.

6 PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

En este capítulo se desarrollan posibles políticas públicas a implementar en función de los hallazgos de este estudio. Principalmente, se propone trabajar en 5 puntos clave para reducir la evasión de Transantiago:

i) Estudiar la escalabilidad de las medidas de control (fiscalización y zonas pagas)
ii) Apuntar a un cambio de comportamiento mediante técnicas psicosociológicas
iii) Políticas económicas progresivas y posibles abonos periódicos
iv) Mejora en la metodología de medición de la evasión
v) Colaboración de esfuerzos entre actores

Además, se enuncian nuevas líneas de investigación que nacen a partir de lo descubierto y que se espera que sean un complemento a los estudios ya existentes sobre esta temática.

6.1 Escalabilidad de las políticas

El problema de la evasión en Santiago ha sido enfrentado con distintas medidas como alzas en el nivel de inspección, el aumento de la infraestructura como barrera física (por ejemplo el número de zonas pagas) y la mejora en los niveles de calidad de servicio, entre otros. Como fue concluido en las entrevistas realizadas, estas medidas son reconocidas como efectivas en el recorrido o la parada en la que son aplicados (según corresponda), pero, como este estudio concluye, no han tenido un efecto importante en la reducción de la evasión en el total del sistema.

El nivel de inspección promedio de Transantiago está estimado en un 0,11%, el cual es actualmente muy bajo para producir un cambio real en las tasas de evasión en el sistema comparado con otros sistemas de transporte en el mundo, donde tasas de inspección exitosas están generalmente sobre el 1% (Tirachini y Quiroz, 2016).

En este estudio se corroboró esta teoría, mostrando mediante modelos econométricos y análisis cualitativos, que tanto el nivel de inspección como el número de zonas pagas no

explican la evasión del sistema completo en el tiempo. Una forma de solucionar esto es aumentando los niveles de fiscalización y las zonas pagas hasta ver una mejora, sin embargo, como fue comentado por varias empresas operadoras, esto no les sale rentable.

En este sentido, es importante analizar si estas u otras medidas son rentables en el tiempo de tal forma de obtener el impacto esperado. Se propone la realización de un análisis costo-beneficio para analizar qué medidas tienen potencial de cambiar las altas tasas de evasión debido a los costos asociados que presentan. Para el análisis de impacto se propone la realización de un experimento controlado en una ruta o un grupo de rutas pequeña para luego analizar el cambio sistémico de la medida, considerando tanto los costos como los posibles rendimientos de escala asociados.

Debido a que la evasión se presenta como un fenómeno complejo, es importante que estas medidas se tomen como un conjunto de políticas integradas y coordinadas para lograr tener un efecto sistémico, por lo que en el análisis se deben incluir también los posibles rendimientos a escala de las medidas en su conjunto.

6.2 Cambio de comportamiento

La evasión de la tarifa es un fenómeno que integra no solo el sistema de transporte sino que también otras dimensiones del comportamiento en las personas, por lo que para encontrar políticas efectivas para reducirla se debe entender este problema desde diversos enfoques y de forma multidisciplinaria.

Los efectos autoregresivos del modelo realizado hablan de una interacción de la evasión en el tiempo. Además, destaca el hecho de que el aumento de la evasión corresponda a una tendencia en el tiempo que no está explicada por características del sistema de transporte. De esto se puede concluir que la percepción de que más gente evada la tarifa en el sistema puede aumentar la disposición a evadir de las personas, lo cual introduce una dimensión sociológica importante que debe ser analizada con detención.

La literatura descrita en la sección del Marco Teórico propone la existencia de un efecto de contagio en el comportamiento antiético, ya sea por la aceptación de una norma social

equivocada o bien por el cambio en la percepción de la posibilidad de ser multado (Gino et al., 2009).

En primer lugar, surge como una oportunidad a realizar en un futuro un estudio cualitativo que busque entender qué factores y fenómenos se encuentran incidiendo en el comportamiento de las personas, y mediante qué estímulos se puede reducir este efecto de contagio que ha producido un aumento sistemático de la evasión en el tiempo. Por otro lado, se pueden utilizar técnicas de simulación utilizando grupos de control asociados a factores que caractericen la evasión (como lo puede ser el ingreso de las personas, o bien según la distribución por comunas), y ver cómo se comportan los pasajeros a distintos estímulos.

Las teorías de grupo muestran cómo los contextos colectivos pueden llevar a los individuos a adoptar comportamientos influenciando sus propias creencias, por lo que Ayal et al (2015) propone tres principios que guían la intervención y las políticas a aplicar en casos como este.

6.2.1 Recordar

Este principio busca eliminar la ambigüedad y las áreas grises que justifican el comportamiento antiético con recordatorios morales efectivos que utilicen principios de lo bueno y lo malo. Estos deben cambiar a lo largo del tiempo para actualizar los recordatorios (Ayal et al., 2015).

En el caso de la evasión, las autoridades deberían mostrar a las personas las repercusiones económicas que tiene la evasión para el sistema y las potenciales mejoras que podría tener en calidad de recuperar esa pérdida. Además es importante recordarles constantemente que la evasión de la tarifa es un comportamiento antiético, mediante la utilización de campañas como las utilizadas en Melbourne con gran efectividad (Tirachini et al., 2016). Esos recordatorios deberían ser presentados en puntos críticos donde la tentación es más alta, como en la entrada de los buses o en los paraderos.

6.2.2 Visibilizar

Eliminar el anonimato de quienes evaden la tarifa mediante monitorización social. Como fue explicado en la sección de Marco Teórico, además de identificar a quienes incurren en actos deshonestos como la evasión, la gente debe reconocerlos como *out-group members*. Por esto la pérdida de anonimato puede tanto alentar el buen comportamiento como facilitar el mal comportamiento, por lo que es importante que quien evada sea caracterizado previamente como un *out-group member* (Ayal et al., 2015). Un ejemplo de esto es la campaña utilizada en la ciudad de York (ver Figura A-3 en los Anexos).

En este sentido, la visibilización debe ir acompañada del principio anterior, donde se enmarca la evasión en un contexto negativo (por ejemplo, como un delito). Es necesario que la evasión deje de ser la norma y pase a ser la excepción.

Una de las medidas que se puede utilizar para visibilizar a quienes evaden es aumentar la percepción de monitoreo de las personas en cuanto están siendo vistas e identificadas, por ejemplo, mediante la instalación de cámaras en la entrada de buses. Es importante mencionar que hay una diferencia importante entre estas medidas y la actual inspección que se realiza, debido a que apuntan a cambiar el comportamiento deshonesto, no solo a castigar luego de haberlo cometido.

Una medida muy discutida actualmente es la realización de un listado público de evasores que no paguen las multas para identificar a quienes están cometiendo la infracción y no están respondiendo a esta. A pesar de que esta medida presenta los beneficios buscados, también presenta riesgos a evaluar. Como fue demostrado en este estudio, la mayor parte de la población que evade actualmente es de ingresos bajos y medios bajos, lo cual se agrava aún más cuando se considera que serán ellos mismos quienes no podrán pagar la tarifa. Un listado público podría castigar económica y socialmente a quienes se encuentran hoy más desventajados en esos ámbitos, en cuanto puede tener repercusiones laborales importantes. A pesar de que debe existir una sanción por evadir (al entenderlo como un acto deshonesto) debe ser considerada la magnitud de

este castigo y que no sea regresivo para la población, apuntando a la reinserción de estas personas.

6.2.3 Comprometer

Se debe encontrar una forma de ir desde los principios de los individuos a acciones concretas modelando mejores hábitos morales. Las personas tienden a pensar en su moralidad en abstracto pero violan estándares éticos en acciones aisladas, por lo que asociar su moral individual a acciones concretas ayuda a las personas a resistirse a la tentación de comportarse de forma deshonesta (Ayal et al, 2015).

Una política comúnmente aplicada es la realización de encuestas preguntando a la gente consultas generales acerca de su moralidad, seguidas de preguntas específicas, de tal forma que la asocien directamente. En ese sentido, se espera que los estándares éticos generales se vinculen a preguntas sobre acciones específicas asociadas a comportamientos deshonestos en cuanto a la evasión, que cambien en el pasajero su forma de concebir la evasión.

6.3 Políticas económicas

Se ha demostrado como una ciudad altamente segregada como Santiago reproduce sus patrones sociales y económicos cuando se analiza la distribución espacial de la evasión en la ciudad. Los resultados muestran que las comunas más vulnerables cuentan con tasas de evasión más altas debido a la alta correlación existente entre ambas características. Esto se confirma al mirar el análisis realizado por Tirachini et al. (2016) donde compara el gasto porcentual en transporte para la población promedio en contraste con la del primer quintil, siendo cuatro veces la promedio, como muestra la siguiente tabla.

Tabla 6-1 Tabla de gasto porcentual en transporte[6]

	Tarifa media ($)	Gasto en transporte promedio (%)	Gasto en transporte primer quintil (%)
Santiago	640	5	20

Fuente: Tirachini et al. (2016)

En función a esto, se proponen dos líneas de posibles propuestas a implementar asociadas a políticas económicas y sociales.

6.3.1. Políticas progresivas

Dado esto, se puede concluir que el sistema urge de la aplicación de políticas progresivas para quienes buscan movilizarse en la ciudad. Esto introduce un debate importante: entender el sistema de transporte como una herramienta para inclusión social. La movilidad es una parte esencial de la vida de las personas y el transporte público debería garantizar acceso a los servicios a todos independiente de su nivel social y económico. Para exigir moralidad y ética en las personas debe ir de la mano la obligación de contar con un sistema justo y que se hace cargo de la realidad y el contexto en el que está inserto.

En este sentido, una de las medidas que se pueden aplicar es tener tarifas diferenciadas para las distintas categorías socioeconómicas, o bien tarifas especiales para quienes tienen menores ingresos que apunten a sistemas más justos y cercanos a la realidad de Santiago. De la misma forma, subsidios progresivos por parte del Estado, o bien contribuciones de las empresas a sus empleados (Muñoz y Cerda, 2016) pueden aportar hacia un sistema más solidario con sus usuarios. Esta última idea se realiza en otras ciudades del mundo, como París, donde las empresas cubren un porcentaje del gasto mensual en trasporte de sus empleados.

En este sentido, resulta interesante el estudio preliminar realizado por Quiroz (2015) donde formula el diseño de un mecanismo tarifario y de subsidio dirigido a personas de

[6] Estimaciones realizadas con supuestos para gastos de las familias e ingresos promedios. Detalle de los supuestos en Tirachini y Quiroz (2016).

bajos ingresos y realiza una estimación de sus posibles efectos sobre la evasión. En el estudio se evalúan los impactos financieros que tendría la medida, mostrando escenarios en donde se producen ganancias de un 4% del actual aporte estatal.

Cabe mencionar que, a pesar de que según el estudio econométrico realizado la tarifa no es un factor que cause las tendencias al alza de las tasas de evasión, esto no invalida la necesidad de realizar políticas progresivas en las tarifas debido a que el nivel socioeconómico (mediante el IPS) se correlaciona altamente con las tasas de evasión. Lo que mide la causalidad estudiada es la reacción del total de quienes evaden frente a las alzas de tarifa por mes (en cuanto a la tendencia a crecer), y en el análisis espacial se comprobó el sesgo socioeconómico que presenta la evasión. En este sentido, el valor de la tarifa es importante para un grupo de gente (los que tienen menos recursos), pero puede no serlo para el total de quienes evaden.

6.3.2. Abonos periódicos

Otra medida que puede vincularse con el gasto en transporte son los abonos periódicos. Diferentes sistemas de transporte en el mundo, en ciudades como París, Berlín y Londres, permiten la compra de pases por tiempos determinados (por un día, una semana o un mes). Estos abonos permiten que quienes realizan varios viajes en un periodo de tiempo fijo puedan acceder de forma más económica al transporte público, lo cual apunta a disminuir el porcentaje de gasto en transporte para quienes realizan más viajes en Transantiago (dirigido a quienes evaden por temas económicos).

A pesar de los beneficios que trae contar con un sistema de abono de ese tipo, en este estudio se ha demostrado que las diferencias económicas de las distintas personas son importantes al momento de realizar políticas en torno a la evasión. Los abonos periódicos no distinguen entre niveles socioeconómicos ni capacidad de pago, por lo que a pesar de ser una política que promueve el pago del pasaje mediante descuentos por periodos de tiempo, no se hace cargo por sí solo de la necesidad de quienes cuentan con menos recursos. En este sentido, es una política positiva pero que debe ser complementada con otros mecanismos solidarios como las tarifas diferenciadas o los

subsidios progresivos mencionados anteriormente (abonos periódicos con precios diferenciados). Sin embargo, se debe tener en cuenta la rentabilidad de la medida al momento de tomar la decisión sobre su implementación, debido a que puede ser una medida muy costosa para el sistema.

6.4 Metodología de medición para la evasión

A lo largo de este estudio se han mencionado diversas limitaciones que presenta la metodología actual de medición de evasión en Transantiago. En el análisis realizado (sección 1 de Anexos) se puede ver que las muestras son bastante pequeñas en comparación al total de servicios existentes, dado que el número de recorridos escogidos (independiente de si es antes o después del cambio de metodología) es muy bajo para capturar la realidad de la evasión en el sistema completo.

Esto se ve complementado con lo que mencionan las empresas operadoras entrevistadas, donde 3 de 4 dicen tener índices de evasión distintos a los que publica el MTT. En particular, destacan que las mediciones gubernamentales se realizan en ciertos recorridos y zonas que presentan mayor o menor evasión de la que ellos realmente tienen, lo que sesga la estimación de sus respectivas tasas.

La estratificación actual que realiza el MTT por unidad de negocio, y luego por cantidad de pasajeros transportados, no está permitiendo captar las tasas reales de evasión para los operadores, y posiblemente, tampoco la evasión a nivel sistémico. A pesar de que para escoger la muestra cuenta con diversidad de recorridos y se representan a todas las empresas operadoras de forma significativa, los criterios de selección no toman en cuenta factores que son determinantes en los niveles de evasión.

En este sentido, a pesar de que la metodología cumple con las exigencias para definir una muestra dadas las exigencias que se pre establecieron, la evasión tiene características que no son consideradas en esta modelación. Para realizar una buena medición de este fenómeno, y así reconocer realmente dónde hay que poner los esfuerzos, es necesaria la formulación de una metodología que incluya en la estratificación aquellos factores que son determinantes en la evasión.

Una guía para esto es seguir las variables que se consideraron significativas en el trabajo de Guarda et al. (2016) como el nivel socioeconómico de las personas, la ocupación del bus, los horarios del día, la existencia de zonas pagas, entre otros. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se debe mantener la aleatoriedad en la selección de los recorridos, debido a que esto asegura que la evasión medida responda al comportamiento de las personas y no a otros factores (como la acción focalizada de los operadores o el cambio en las decisiones de los evasores debido a que saben dónde se mide y donde no).

Además, desde el desarrollo tecnológico se pueden utilizar mecanismos de conteo automático de pasajeros que entreguen información sobre el número de personas que se subieron al bus en cada parada, contrastándolo con el número de validaciones realizadas.

6.5 Relación autoridad-operadores

A partir de los resultados de la encuesta se destacaron dos puntos que cobran especial importancia cuando se analiza la relación que existe entre las empresas operadoras y las autoridades de transporte. En primer lugar, se mencionó que el cambio de contratos del 2012 dio incentivos a los operadores al control de la evasión, pero no las herramientas para hacerlo, por lo que los esfuerzos que han hecho los operadores no se han visto siempre reflejados en reducciones de evasión. Por otro lado, se menciona que estos incentivos fueron solo económicos, por lo que cuando las medidas dejan de ser rentables, no hay incentivos a continuar los esfuerzos.

Estas respuestas muestran que el traspaso de responsabilidades a los operadores no está siendo efectivo, en cuanto no están logrando bajar estos altos niveles de evasión. Un ejemplo para esto es que los fiscalizadores que ponen las empresas no tienen atribuciones suficientes para cumplir con su labor. Otro caso sucede en paraderos utilizados por más de una empresa, donde la responsabilidad de la realización de una inversión en infraestructura como zonas pagas no es clara, a pesar de que el Estado debiera proveerla. En este sentido se debe avanzar hacia el desarrollo de un sistema de incentivos que considere esfuerzos colaborativos por parte de las empresas operadoras y el Estado, articulando actores y medidas, como lo pueden ser zonas pagas estatales

operadas por empresas, entre otras políticas. Es importante tener en cuenta que el tema económico siempre estará presente para los operadores, por lo que la rentabilidad de las medidas, al igual que la factibilidad, debe ser estudiada.

Otro aspecto que se propone a evaluar a futuro es la significancia que han tenido los esfuerzos que han hecho los operadores en la reducción de la evasión. En este sentido, se esperaría entender si estos esfuerzos son exógenos a los cambios en el comportamiento de las personas al momento de evadir, o bien si tienen consecuencias directas este.

6.6 Otras medidas

A continuación se realiza un análisis de algunas medidas en función de las respuestas obtenidas de las entrevistas a los operadores.

6.6.1 Multas *on-the-spot*

En Santiago el funcionamiento del sistema de multas por evasión cuenta con grandes cuestionamientos. Todos los operadores entrevistados lo posicionaron como una preocupación real, debido a que la efectividad con la que cuenta es muy baja. Hoy cuando las personas son multadas, se les cita a Juzgados de Policía Local a pagar sus multas, y se estima que el 60% de las personas que están siendo citadas no las pagan (La Tercera, 2015). En ciudades como Melbourne, París y Londres se realizan cobros de tarifa en el lugar en el que son detenidos los infractores para evitar estas situaciones (multas *on-the-spot*).

En Chile se ha discutido si adoptar un política de este tipo debido al aumento que tendría la efectividad de la fiscalización. A pesar de los beneficios que presenta, se ha argumentado que esta medida sería inconstitucional debido a que se debe asegurar la posibilidad de legítima defensa dada la falta incurrida. Otro argumento en contra de esta medida es que hoy quienes son multados son generalmente personas de bajos recursos, por lo que se presenta como una medida potencialmente regresiva.

En función de ambas miradas, se debe establecer un sistema justo que promueva el pago de las multas pero que se haga cargo de las realidades sociales y económicas de los

infractores, además de los requisitos constitucionales hoy existentes. En este sentido, es posible recomendar la existencia de una medida de cobro in-situ cuando se solucionen las desigualdades de acceso al transporte que se presentan hoy (como fue discutido anteriormente y como demuestra la tabla 6-1).

6.6.2 Carga en línea

Dentro de las entrevistas realizadas se menciona que existen evasores cincunstanciales que no pagan por no contar con dinero en la tarjeta BIP! y no encontrarse cerca de puntos de carga. Para solucionar este problema se ha implementado recientemente el saldo de emergencia para todos los horarios en buses, además de la posibilidad de carga en línea. Sin embargo, esta última solo funciona cuando se valida la tarjeta en un infobip o un tótem de metro habilitado, los cuales se encuentran en lugares específicos, haciendo que su eficiencia disminuya. En este sentido, se propone una mejora en el sistema de carga en línea de la tarjeta BIP! para reducir los casos de evasión blanda circunstancial.

6.6.3 Validadores en puertas traseras

Los operadores destacaron como un problema el aumento de evasión en las horas punta de mayor congestión dentro de los buses, debido a que algunas personas no pagarían su pasaje por no lograr entrar por la puerta delantera donde se encuentran los validadores (lo cual fue demostrado también como un factor significativo en la evasión en los resultados del trabajo de Guarda et al., 2016). En este sentido, la instalación de validadores en las puertas de ingreso traseras iría en la línea de reducir la evasión en horas de congestión. Es importante tener en cuenta que esta medida debe ir acompañada de políticas que apunten a cambiar el comportamiento, debido a que se debe cambiar la actual costumbre de los pasajeros de subirse por la puerta trasera sin pagar.

7 CONCLUSIONES

La evasión de la tarifa es uno de los principales dolores del sistema de transporte público en Santiago, el cual se presenta como un fenómeno complejo que debe ser estudiado desde diversas disciplinas. Teniendo esto en consideración, en esta tesis se buscó entender los factores macro que se encuentran vinculados a la evasión en Transantiago mediante técnicas econométricas como series temporales y análisis estadísticos de distribución espacial. Esto fue complementado con un análisis cualitativo mediante entrevistas semi-estructuradas. A partir de todo lo anterior, se obtuvieron resultados que dan luces de políticas a aplicar.

Se obtienen como principales hallazgos del estudio realizado los siguientes: i) no se puede concluir que existe causalidad tendencial entre la tarifa y la evasión, por lo que su índice de correlación en el tiempo representa un efecto casual, ii) el desempleo no muestra una relación clara con la tasa de evasión, iii) el alza de la evasión en el tiempo se explica por una tendencia lineal que no depende de características del sistema de transporte, iv) existe un shock que desencadena un aumento temporal en la evasión, producido por el efecto de distintos fenómenos políticos, como aumentos pronunciados de la tarifa y cambios de gobierno, y de aprobación del sistema; v) el cambio de contratos del año 2012 produjo una baja promedio en la tasa de evasión, la cual al año siguiente recupera su tendencia al alza, vi) los incentivos correspondientes a esta baja parcial son económicos, así, los esfuerzos se realizan hasta que dejan de ser rentables, vii) la fiscalización y las zonas pagas son efectivas en el lugar donde se utilizan pero actualmente no tienen un impacto sistémico, viii) la evasión está altamente correlacionada con el constructo socioeconómico IPS a pesar de que no exista relación temporal con el desempleo o la tarifa, lo que reafirma lo concluido por Tirachini y Quiroz (2016) de que la relación entre la evasión y el status socioeconómico existe pero no es la razón por la que esta ha aumentado en el tiempo.

En base a los resultados obtenidos, se enuncian distintas políticas públicas a implementar: i) tarifas diferenciadas según ingreso o capacidad de pago, ii) subsidios progresivos destinados a quienes cuentan con menos recursos, siguiendo la línea del

estudio realizado por Quiroz (2015), iii) cambios en comportamiento mediante técnicas sociales y psicológicas, iv) mejora a la metodología de medición de la evasión, v) integración y coordinación de esfuerzos de las autoridades con los operadores, vi) otras medidas complementarias como abonos periódicos, carga en línea y validadores en puertas traseras, además del estudio de posibles variaciones a las actuales multas *on-the-spot* existentes en otros sistemas de transporte.

Las principales limitaciones de este estudio son, en primer lugar, el reemplazo de la técnica de datos de panel por análisis individuales: temporal y espacial (explicación en la sección 2.9). Por otro lado, los problemas asociados a la metodología de medición de la evasión del MTT, detallados en la sección 2.5 y el anexo 1. Además, los sesgos que presenta la estimación de la comuna de origen para el análisis de la distribución espacial en el tiempo (sección 4.5). Esto último sucede debido a que se toman los servicios punta mañana y se asume que se realizan en la comuna de origen de las personas. Sin embargo, existe un error asociado que corresponde a los viajes que se cambian de comuna en las redes de metro y luego utilizan buses. Se suman a estas limitaciones la utilización de la encuesta Adimark como medición de la aprobación ciudadana, debido a que no es aplicada exclusivamente a usuarios de Transantiago y a que contempla un sesgo político en la pregunta realizada.

Por su parte, los alcances de este estudio se vinculan con la sección de análisis temporal. En primer lugar, el periodo de análisis de la regresión realizada va desde el 2007 al 2014, y no toma el periodo de funcionamiento del Transantiago completo. Esto se debe a que mucha de la información que se utiliza en el análisis de regresión cuenta con datos hasta el 2014 y no hasta el presente, a pesar de que sí hay información de evasión hasta la fecha. En este sentido, los resultados deben ser interpretados teniendo en consideración el periodo de análisis utilizado.

Un segundo alcance nace al momento de realizar el análisis de cointegración entre la tarifa y la tasa de evasión se utiliza el criterio de confiabilidad de 95%. A partir de este resultado se obtienen conclusiones sobre las cuales se formula la regresión posterior, por lo que esta estimación está sujeta al nivel de confiabilidad escogido previamente.

De la realización de esta investigación se destaca en primer lugar el complemento de la utilización de metodologías cualitativas, las que permitieron descubrir nuevos elementos y confirmar teorías formuladas a partir de los estudios econométricos. De la misma forma, al ser la evasión un fenómeno complejo y de diversas aristas, fue importante incorporar otras áreas de conocimiento como la psicología y la sociología, las cuales permitieron entender realidades que se escapan de los números y los estudios econométricos.

Cabe mencionar que la formulación de los modelos econométricos y las técnicas estadísticas correspondientes pueden ser utilizadas en para analizar la evasión de otros sistemas de transporte. Sin embargo, esa replicabilidad debe tener en cuenta las características de estos mismos sistemas, por lo que las variables estimadas, su magnitud, y por tanto las políticas públicas a proponer serán distintas según la realidad de cada sistema de transporte.

Es así como se formulan propuestas para investigaciones futuras a partir de las siguientes preguntas: a) ¿puede un nivel efectivo de fiscalización o utilización de zonas pagas ser costo-efectivo?, b) ¿puede ser cambiado el comportamiento de las personas según los efectos de la presión social y la comunicación?, c) ¿puede el sistema de transporte adoptar sistemas tarifarios que son sensibles al ingreso de las personas?, d) ¿puede el sistema de incentivos mejorar los esfuerzos colaborativos entre actores?

Se espera que estas futuras investigaciones sean un aporte en el estudio de este fenómeno tan complejo, y complementen el trabajo recién expuesto al momento de formular políticas públicas que reduzcan los niveles de evasión y hagan de nuestro sistema de transporte público uno sostenible en el tiempo y consciente de la realidad en la que está inmerso.

BIBLIOGRAFÍA

Adimark (2016). Evaluación del Gobierno, Estudios empresa Adimark GFK. <http://www.adimark.cl/es/estudios/archivo.asp?prd=2014&tip=1> (recuperado 28.05.2016).

Avenhaus, R. (2004). Applications of inspection games. Mathematical Modelling and Analysis, 9:3, 179-192.

Ayal, S., Gino, F., Barkan, R. y Ariely, D. (2015). Three Principles to Revise People's Unethical Behavior. Perspectives on Psychological Science, Vol 10(6) 738-741.

Barabino, B., Salis, S. y Useli, B. (2013). A modified model to curb fare evasion and enforce compliance empirical evidence and implications. Transportation Research Part A 58, 29- 39, Elsevier.

Barabino, B., Salis, S. y Useli, B. (2014). Fare evasion in proof-of-payment transit systems Deriving the optimum inspection level. Transportation Research Part B 70, 1-17, Elsevier.

Beltrán, P., Gschwender, A. y Palma, C (2013). The impact of compliance measures on the operation of a bus system: The case of Transantiago. En: Transportation Economics, Vol. 39, Issue 1, pp. 79–89, Elsevier.

Boyd, C., Martini, C., Rickard, J. y Russell, A. (1989). Fare evasion and non-compliance. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 23, Nº2, pp. 189-197.

Bucciol, A., Landini, F. y Piovesan, M. (2013). Unethical behavior in the field demographic characteristics and beliefs of the cheater. Journal of Economic Behavior & Organization, Elsevier.

Castilla, E (2007). Dynamic Analysis in the Social Sciences. ISBN: 0120884852.

Cialdini, R.B. y Trost, M.R. (1998). Social influence: Social norm, conformity, and compliance. In D.T. Gilbert, S.T. Fiske & G. Lindzey (Eds.), Handbook of social psychology (Vol. 2, pp. 151-192). New York: McGraw-Hill.

Cochrane, D. y Orcutt, G.H (1949). Application of least squares regression to relationships containing autocorrelated error terms. En: Journal of the American Statistical Association, 44: 32-61.

Cohen, D. y Crabtree, B. (2006). Qualitative Research Guidelines Project. < http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/COHEN%202006%20Semistructured%20Interview.pdf > (recuperado 26.09.2016).

Correa, G (2010). Transporte y Ciudad. EURE (Santiago) v.36 n.107, Santiago. <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612010000100008> (recuperado 31.08.2016).

Correa, J (2015). Crecimiento Desigual: Viviendas Sociales en la Periferia. Énfacis, Center of Social Investigation (CIS), Techo. <http://www.techo.org/paises/chile/wp-content/uploads/2015/10/Enfacis-otcubre-2015.pdf>. (recuperado 15.07.2016).

DTPM (2012). Informe de Gestión 2012, Directorio Transporte Público Metropolitano. <http://www.dtpm.cl/archivos/Informe_de_gestión_2012_4_de_Septiembre.pdf> (recuperado 05.05.2016).

DTPM (2014). Gráficos, tablas y anexos. Informe de Gestión 2014. Dirección Transporte Público Metropolitano.

DTPM (2015). Evaluación económica del impacto de la evasión y del mal uso de la TNE sobre la situación financiera de Transantiago. Dirección de Transporte Público Metropolitano.

DTPM (s.f.). Zonas Pagas, Directorio Transporte Público Metropolitano. <http://www.dtpm.gob.cl/index.php/zonaspags2> (recuperado 05.05.2016).

Engle, R.F. y Yoo, B.S (1987). Forecasting and testing in co-integrated systems. En: Journal of Econometrics 35 (1987), pp. 143-159, North-Holland. <http://www.uta.edu/faculty/crowder/papers/Engle_Yoo_1987.pdf> (recuperado 05.07.2016).

Fylan, F (2005). Semi-structured interviewing. En: J. Miles y P. Gilbert, A Handbook of Research Methods for Clinical and Health Psychology. Oxford University Press.

Gallegos, N. (2016) Construcción de factores de corrección por evasión para la matriz origen destino de viajes en transporte público en Santiago obtenida a partir de transacciones Bip!. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención Transporte. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Gino, F., Ayal, S. and Ariely, D (2009). Contagion and Differentiation in Unethical Behavior: The Effect of One Bad Apple on the Barrel. The Association for Psychological Science, Volume 20, No 3.

G.E.P, Box (1953). Non-Normality and Tests on Variances. Biometrika, Vol. 40, Nº ¾, pp. 318-335. <https://www.jstor.org/stable/2333350?seq=3#page_scan_tab_contents> (recuperado 22.08.2016).

Gómez-Lobo, A. y Briones, J. (2013). Incentive Structure in Transit Concession Contracts: The Case of Santiago, Chile and London, England. Clean Air Institute, USA, Washington D.C.

Granger, C.W.J. y Newbold, P (1974). Spurious Regressions in Econometrics. En: Journal of Econometrics 2, pp. 111-120. <http://wolfweb.unr.edu/homepage/zal/STAT758/Granger_Newbold_1974.pdf> (recuperado 21.06.2016).

Guarda, P., Galilea, P. y Ortuzar, J (2016). What is behind fare evasion in urban bus systems? An econometric approach. Transportation Research Part A 84, pp. 55-71, Elsevier.

Hatfield, E., Cacioppo, J. y Rapson, R. (1994). Emotional Contagion: Introduction and Overview. Cambridge University Press.

INE (s.f.) Encuesta Nacional de Empleo, Instituto Nacional de Estadísticas. <http://www.ine.cl/ene/> (recuperado 15.05.2016).

Kooreman, P. (1993). Fare evasion as a Result of Expected Utility Maximisation: Some Empirical Support. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 27, Nº1, pp. 69-74.

La Tercera (2015). Proyecto para controlar no pago del Transantiago crearía registro público de evasores. <http://www.sochitran.cl/wp-content/uploads/Proyecto-para-controlar-no-pago-del-Transantiago-crear%C3%ADa-registro-p%C3%BAblico-de-evasores-A.Tirachini-La-Tercera-Junio-5-2015.pdf> (recuperado 20.10.2016).

Labra, R. y Torrecillas, C (2014). Guía cero para datos de panel. Un enfoque práctico. UAM Accenture Working Papers, ISSN: 2172-8143. <https://www.uam.es/docencia/degin/catedra/documentos/16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf> (recuperado 19.04.2016).

Ley Chile (2011). Decreto 140: Establece la metodología para determinal mensualmente el ajuste de tarifas para el sistema de transporte público de la provincia de Santiago y de las comunas de San Bernardo y Puente Alto, conforme a lo dispuesto en le artículo 14, letra A), de la ley Nº20.378, que crea un subsidio nacional para el transporte público remunerado de pasajeros. Subsecretaría de Transportes, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. ID: 1011591. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1011591&idVersion=2011-04-21> (recuperado 27.08.2016).

Loe, T.W., Ferrell, L. y Mansfield, P. (2000). A review of empirical studies assessing ethical decision making in business. Journal of Business Ethics, 25, 185-204.

Mahía, R (1999). Revisión de los procedimientos de análisis de la estacionariedad de las series temporales.
<https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/doctorado/tendest.PDF>
(recuperado 05.07.2016).

Mayorga, M. y Muñoz, E (2000). La técnica de datos de panel: Una guía para su uso e interpretación. División Económica, Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica. DIE-NT-05-2000.
<http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/metodoscuantitativos/Tecnica_datos_panel,_una_guia_para_su_uso_e_interpretacion.pdf> (recuperado 27.08.2016).

Ministerio de Desarrollo Social (2014). Índice de Prioridad Social de Comunas 2014, Región Metropolitana de Santiago.
<http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/pdf/upload/%C3%8DNDICE%20DE%20PRIORIDAD%20SOCIAL%202014.pdf>. (recuperado 5.06.2016).

Muñoz, J.C. y Cerda, L (2016). Transantiago Gratuito. Ideas y Debates, La Tercera.
<http://www.latercera.com/noticia/opinion/ideas-y-debates/2016/05/895-682164-9-transantiago-gratuito.shtml> (recuperado 05.10.2016).

Muñoz, J.C. y Gschwender, A (2008). Transantiago: A tale of two cities. Research in Transportation Economics, Vol. 22, Issue 1, pp. 45–53, Elsevier.

Pollinsky A. y Shavell, S. (1979). The optimal tradeoff between the probability and magnitude of fines. American Economic Review, 69, 880-91.

Pollinsky A. y Shavell, S. (1991). A note on optimal fines when wealth varies among individuals.

Programa de Fiscalización (2016a). Definiciones Estratégicas, Programa de Fiscalización Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
<http://www.fiscalizacion.cl/programa/definiciones-estrategicas/> (recuperado 12.09.2016).

Programa de Fiscalización (2016b). Instalan torniquetes para controlar la evasión en buses. Programa de Fiscalización Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
<http://www.fiscalizacion.cl/instalan-torniquetes-para-controlar-la-evasion-en-buses/>
(recuperado 22.09.2016).

Quiroz, M (2015). Diseño de un mecanismo tarifario y de subsidio dirigido a personas de bajos ingresos y estimación de efectos sobre la evasión en transantiago. Memoria

para optar al título de Ingeniero Civil. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Rodríguez, A. y Winchester, L (2001). Santiago de Chile. Metropolización, globalización, desigualdad. EURE (Santiago) v.27 n.80, Santiago. <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612001008000006&script=sci_arttext> (recuperado 31.08.2016).

Ruedy, N., Moore, C., Gino, F. y Schweitzer M. (2013). Journal of Personality and Social Psychology, Vol 105, No. 4, 531-548.

Sarduy, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. Revista Cubana de Salud Pública, v.33, nº3 <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000300020&lng=es&tlng=es> (recuperado 01.09.2016)

Shalvi, S., Gino, F., Barkan, R. y Ayal S (2015). Self-Serving Justifications: Doing Wrong and Feeling Moral. In Current Directions in Psychological Science, Vol. 24(2), 125-130. DOI: 10.1177/0963721414553264

Sjö, B (2008). Testing for Unit Roots and Cointegration. <https://www.iei.liu.se/nek/ekonometrisk-teori-7-5-hp-730a07/labbar/1.233753/dfdistab7b.pdf> (recuperado 20.06.2016).

Soto, R (2010). Notas de clases, Teoría Econométrica. Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile, ISSN: 0717-7593.

Stadnytska, T (2009). Deterministic or Stochastic Trend: Decision on the Basis of the Augmented Dickey-Fuller Test. En: Methodology European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences 6(2): 83-92.

StataCorp (2013a). Augmented Dickey–Fuller unit-root test. Manual de Stata 2013. <http://www.stata.com/manuals13/tsdfuller.pdf> (recuperado 29.06.2016).

StataCorp (2013b). Introduction to vector error-correction models. Manual de Stata 2013. <http://www.stata.com/manuals13/tsvecintro.pdf> (recuperado 06.07.2016).

StataCorp (2013c). Portmanteau (Q) test for White Noise. Manual de Stata 2013. <http://www.stata.com/manuals13/tswntestq.pdf> (recuperado 07.07.2016).

StataCorp (2013d). Bartlett's periodogram-based test for white noise. Manual de Stata 2013. <http://www.stata.com/manuals13/tswntestb.pdf#tswntestb> (recuperado 29.08.2016).

StataCorp (2013e). Portmanteau (Q) test for white noise. Manual de Stata 2013. <http://www.stata.com/manuals13/tswntestq.pdf> (recuperado 29.08.2016).

StataCorp (2013f). T test (mean-comparison tests). Manual de Stata, 2013. <http://www.stata.com/manuals13/rttest.pdf> (recuperado 08.06.2016).

Subsecretaría de Transportes (2015). Procedimiento de medición de índice de evasión, Área de operaciones RM, Versión 00. Programa Nacional de Fiscalización Transportes, Gobierno de Chile.

Transport for London (2013). Fare Evasion on London Buses. Surface Transport Panel. <http://content.tfl.gov.uk/STP-20131022-Open-Item07-Fare-Evasion-on-London-Buses.pdf> (recuperado 15.05.2016).

Tores-Montoya, M (2014). Tackling Fare Evasion in Transantiago: An Integrated Approach. In 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Tirachini, A. y Quiroz, M. (2016). Evasión del pago en transporte público: evidencia internacional y lecciones para Santiago. Documento de trabajo, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Tironi, E. (2011). Comunicación Estratégica. Penguin Random House Grupo Editorial Chile. ISBN: 9563470257, 9789563470253.

Tsay, R. S (2010). Linear Time Series Analysis and Its Applications. En: Analysis of Financial Time Series, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.

Yan, X (2009). Linear Regression Analysis: Theory and Computing. World Scientific. ISBN: 9812834117.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la base de datos de evasión

Para revisar cómo varían las elecciones de los recorridos en el tiempo se debe separar el análisis en dos partes: antes y después del 2012. Esto, debido a que el cambio en la medición significó pasar de una muestra fija de recorridos a una dinámica.

El primer mes de mediciones con el que se cuenta es enero del 2010. A partir de ese mes, se analiza la primera tanda hasta agosto del 2012, debido a que en septiembre no se realizan mediciones, y en octubre se comienza con la nueva metodología de muestreo. En este sentido, desde enero del 2010 a agosto del 2012 (32 meses) los recorridos que cuentan con más mediciones son apenas 15 recorridos (de 402 en total) con 27 meses de mediciones cada uno.

Tabla A-1 Seguimiento de recorridos en el tiempo. Enero 2010 a agosto 2012

Número de recorridos	**Número de mediciones de cada recorrido (de un total de 32)**
15	27
1	22
22	21
3	1
361	0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos MTT

El periodo que viene después, de octubre del 2012 a septiembre del 2014 (24 meses, 8 trimestres) los recorridos en los que no se realizan mediciones en ningún mes son 191, a diferencia de antes, debido a la dinamización en la elección de la muestra. Sin embargo, debido a esto último, no existen recorridos con varias mediciones en el tiempo de tal forma que se puedan seguir en el tiempo. El recorrido que presenta más mediciones durante este periodo es el 301 de la unidad de negocios 3 cuenta con 9 mediciones.

La fortaleza que presenta la nueva forma de medición es que la unidad de negocios es que las mediciones se encuentran mejor distribuidas entre las unidades de negocios, como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla A-2 Número de recorridos con mediciones para distintos periodos

Unidad de Negocio	**Agosto 2012**	**Octubre 2012**	**Último trimestre 2012**
1	4	5	8
2	6	7	13
3	11	5	9
4	6	5	12
5	5	5	12
6	6	5	9
7	2	6	14
Total	40	38	77

Fuente: Elaboración propia a partir de datos MTT

Sin embargo, llama la atención que de todas formas el número de recorridos que presenta mediciones no sube con respecto a la metodología anterior (columna agosto 2012). En este sentido, se confirma que tener como unidad básica las unidades de negocios en la distribución de la elección de los recorridos (además de la aleatoriedad al elegirlos mes a mes) por cada unidad de negocio, pero no aporta en el aumento de la muestra. Esto último lo corrigen mediante el cálculo de la tasa de evasión de forma trimestral, ya que como se muestra en la tabla anterior, se ve un aumento significativo en la cantidad de recorridos medidos (de 40 a 77).

Anexo 2. Campañas publicitarias de Londres y Melbourne

A continuación se muestran dos ejemplos de campañas publicitarias anti-evasión que tuvieron buenos resultados en las ciudades de Londres y Melbourne. Además, se muestra una campaña llevada a cabo en la ciudad de York, donde se buscó caracterizar a los evasores como *cheaters,* y por tanto, como *out-group members*.

Figura A-1 Campañas utilizadas en Londres para reducir la evasión

Fuente: Transport For London

Figura A-2 Campañas utilizadas en Londres (izquierda) y Melbourne (derecha) para reducir la evasión sobre los inspectores

Fuente: Transport for London y Public Transport Victoria

Figura A-3 Campaña utilizada en York para reducir la evasión

Fuente: York Region Transit (VIVA)

Anexo 3. Análisis estadístico para la muestra reducida

1. Cointegración de la tarifa con la tasa de evasión

Al aplicar el método de Engel-Granger se obtiene que el Dickey-Fuller sobre los errores es de 2,835, el cuál no entra bajo ningún criterio de confianza suficiente para concluir que existe cointegración de la tabla (Engel y Yoo, 1987). Es por esto que se concluye que las variables no están cointegradas, y por tanto una no es causal de la otra.

2. Estacionaridad

Al incluir un término de tendencia en el proceso de la tasa de evasión, se obtiene un Dickey-Fuller aumentado de 3,349, mediante el cual, con un 90% de confianza (valor-*p*

de 3,167) para una muestra menor que 100 observaciones, se puede concluir que la serie es estacionaria.

3. MCO y Modelación de errores

Para realizar la modelación por mínimos cuadrados ordinarios se sigue el mismo procedimiento que con la muestra completa, obteniendo las mismas variables significativas, las cuales se muestran en la tabla a continuación:

Tabla A-3 Estimación de la muestra pequeña sin modelación de los residuos

VARIABLES	**Tasa de evasión**
Tendencia temporal	0,0023903*** (0,0001969)
Control de los operadores	-0,0464234*** (0,0092416)
Shock	0,01065 *** (0,0019316)
Constante	0,0911286 *** (0,0050017)
Observaciones	73
R-cuadrado	0,8503
Errores estándar en paréntesis	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta modelación, se realizó la metodología Cochrane-Orcutt mediante iteraciones. En la siguiente tabla se puede ver como en la tercera iteración el valor-*p* de Bartlett alcanza su mayor valor, a pesar de que el valor-*p* de Portmanteau baja en menor medida. Además, se considera que esta iteración es suficiente para alcanzar el proceso de ruido blanco porque muestra un patrón más claro en la convergencia del estadístico de Durbin-Watson.

Tabla A-4 Cochrane-Orcutt para la muestra pequeña

Iteración	**Durbin-Watson**	**Valor-*p* Bartlett**	**Valor-*p* Portmanteau**
0	2,191289	0,0000	0,0000
1	1,891734	0,1308	0,2221
2	2,016526	0,7999	0,5786
3*	1,992731	0,8804	0,5231
4	1,9995	0,7326	0,5082

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Códigos en STATA para muestra completa

1. Cointegración

```
import excel “ubicación archivo", firstrow clear
gen time = m(2007m5) +_n-1
format t %tm
tsset time, monthly
regress tasaevasion TarifaReal
predict e, residuals
dfuller e
```

2. Estacionaridad

```
dfuller tasaevasion
dfuller tasaevasion, trend
```

3. Estimación sin modelación de errores

```
regress tasaevasion t controlEmpresas shock, robust
```

4. Cochrane-Orcutt

```
regress tasaevasion t controlEmpresas shock, robust
predict e, residuals
regress e l.e, noconstant
estat dwatson
wntestb e, table
wntestq e
generate y = tasaevasion - 0.6084996*l.tasaevasion
regress y t controlEmpresas shock, robust
predict e2, residuals
```

```
regress e2 l.e2, noconstant
estat dwatson
wntestb e2, table
wntestq e2
generate y2 = y + 0.1278035*l.y
regress y2 t controlEmpresas shock, robust
predict e3, residuals
regress e3 l.e3, noconstant
estat dwatson
wntestb e3, table
wntestq e3
generate y3 = y2 - 0.0227564*l.y2
regress y3 t controlEmpresas shock, robust
predict e4, residuals
regress e4 l.e4, noconstant
estat dwatson
wntestb e4, table
wntestq e4
generate y4 = y3 +0.0038805*l.y3
regress y4 t controlEmpresas shock, robust
predict e5, residuals
regress e5 l.e5, noconstant
estat dwatson
wntestb e5, table
wntestq e5
qnorm e3
histogram e3, normal
```

Anexo 5. Pauta para entrevista semi-estructurada a operadores

1. ¿Es el sueldo de los choferes fijo? ¿Existe algún incentivo económico a la buena operación por parte de los choferes o controlar la evasión?
2. Respecto a la evasión, ¿Cuáles cree que son los factores que más han incidido en que la evasión sea tan alta en el sistema?
3. ¿Cuáles han sido los impactos que ha tenido la evasión en su empresa en específico? ¿Cuál es su nivel de evasión actual y cómo ha variado en el tiempo?

4. ¿Cuáles cree que son las razones por las que evaden las personas? Es decir, ¿qué cree que toman en cuenta en esta decisión?
5. Respecto a las siguientes variables, ¿Cuáles cree que afectan la decisión de las personas de evadir o pagar su pasaje? En caso de hacerlo, ¿por qué?
    - El precio de la tarifa
    - El precio de la multa por evadir
    - Su nivel de ingreso personal
    - La situación de empleo y ocupación
    - La calidad de servicio del servicio que utilizan
6. ¿Cree que desde medidas que tome la empresa se pueden realizar cambio importantes en torno a los niveles de evasión?
7. ¿Cuáles medidas cree que debiera tomar la empresa para disminuir la evasión?
8. ¿Cuáles medidas cree que debieran tomar las autoridades para disminuir la evasión?
9. ¿Qué medidas ha realizado su empresa para combatir la evasión?
10. Respecto a medidas en torno a la evasión, cuáles de las siguientes medidas ha realizado. En caso de que se haya aplicado, la considera exitosa:
    - Disponer de fiscalizadores propios de la empresa.
    - Colaborar con autoridades en disposición de fiscalizadores del Ministerio.
    - Disposición de "encargados de seguridad" en buses (gorilas).
    - Torniquetes en la entrada de los buses.
    - Contrato de servicio o *software* para identificar puntos críticos.
    - Disposición de zonas pagas (móviles o fijas).
    - Asesorías de empresas externas.
    - Otras medidas que haya tomado la empresa.
11. ¿Cree que los cambios de contrato del año 2012 alteraron los incentivos de los operadores para controlar de manera más estricta el pago de pasajes? A medida que ha pasado el tiempo, ¿cree que esos incentivos han cambiado?

12. ¿Su empresa incurre en costos extra para disminuir la evasión? Actualmente, ¿Cree que existen los incentivos suficientes de las autoridades a cargo suficientes para hacerlo?
13. ¿Cree que la fiscalización ha tenido un impacto real en el control de la evasión? ¿ Por qué?
14. En el caso de que su empresa opere servicios en más de una comuna ¿Cuáles son estas comunas? ¿Considera que en algunas comunas la tasa de evasión es más alta? En caso de hacerlo, ¿En cuáles? ¿Por qué cree que esto sucede?
15. ¿Cree que sus esfuerzos se ven valorados al momento de realizar las negociaciones con las autoridades?

Anexo 6. Cuadro resultado de entrevistas semi-estructuradas a operadores

Tabla A-5 Tabla de resultados según entrevistas semi-estructuradas a operadores

FACTORES	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	EMPRESA 4
Sueldo	Fijo, sin incentivos por evasión	Fijo, pocos bonos y no por evasión	Fijo, sin incentivos por evasión	Fijo, con incentivos por buena operación (pocos)
Factores que han incidido en altas tasas de evasión en el sistema	Cultural, Crisis educacional, Eliminación de Educación Cívica, Politización contra el sistema	Mala costumbre, Desempleo(o ingreso), Comienzo con mal diseño y marcha blanca, control nulo hasta 2012	Protesta contra el sistema, Medios de comunicación lo aumentan, Gratuidad del primer mes, Congestión dentro del bus, Desinformación de la validación necesaria en buses	Un aspecto social y cultural, Desinformación de la validación necesaria en buses, Mala operación

Impactos de la evasión en su empresa	Según MTT de 17%, según sus estudios de un 35%	Según MTT de 33%, pero sus estudios muestran que varía para los distintos lugares y horarios. Sus ingresos son en un 70% de la gente que paga, por lo que si aumenta la evasión les pega fuerte. Ingresos han bajado 4% los últimos años	20-25%	Depende del sector. Van del 10% al 100%. Según DTPM es la empresa que tiene más evasión (35%) pero creen que es relativo a la zona y recorrido que se mide
Efectividad del cambio de contratos 2012	En teoría sí, pero en la práctica no se ha visto de forma efectiva. Muchas veces involucra niveles de violencia muy altos	Se dio la responsabilidad, pero no las herramientas. Antes la demanda estaba garantizada y desde el 2012 no, pero los incentivos a buena operación no sirven debido a que algunas acciones sale más rentable no hacerlas para la empresa. Único incentivo real del operador sería la imagen	Incentivos económicos están hasta que deja de ser beneficioso económicamente, no se debe ir más allá. No hay nada para los conductores	Mayor pago da más incentivos a controlar. Dio responsabilidad pero no herramientas

Efectividad de la fiscalización	No, porque no hay real sensación de sanción	Fiscalización en paraderos es menos efectiva que las zonas pagas. Arriba del bus también es menos efectiva que las zonas pagas. Del MTT no logran cambio de conducta a pesar de que andan con carabineros porque son muy pocos. De todas formas, sin la empresa de control de evasión esta estaría en más de 31%. Mitigación importante para que el usuario no se suba si no paga	Solo lo hacen hasta el punto en que es beneficioso económicamente	No. 1) no se va con carabineros. 2) no pagan los partes 3) no se hace en todos los buses 4) Deberían haber más facultades para multas o castigar a los operadores (dar herramientas)
Distribución de la evasión en comunas	Más en poniente que en oriente, por nivel SE	Comunas del Sur la evasión llega hasta un 100%. Huechuraba y La Pincoya. El Castillo o cerca de Los Morros. En el sector Oriente pagan caso todos, debido a los ingresos económicos	Sector norte: quilicura, renca, conchalí, huechuraba. Lugares de más bajos ingresos	La evasión puede llegar a un 90% en sectores de menores ingresos. Hay diferencia en la zona en la que se encuentren operando

Fuente: Elaboración propia