



CIES
consorcio de investigación
económica y social

UNIVERSIDAD DE PIURA |
CAMPUS LIMA



**Evaluación del impacto de las Revisiones Técnicas Vehiculares sobre la
probabilidad de ocurrencia y la fatalidad de accidentes de buses de
transporte interprovincial**

Informe final

Proyecto Mediano CIES–IDRC 2010 PMP09–2010

Investigadores:
Miguel Ángel Carpio
Rodrigo Escudero

Asistentes de investigación:
Carina Granados
María Eugenia Guerrero

Enero de 2012

Agradecimiento

Este documento ha sido elaborado en el marco del concurso de investigación del año 2010 organizado por el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), con el auspicio del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). Los autores desean agradecer al CIES por el apoyo financiero en la elaboración de esta investigación, así como a la Universidad de Piura. Asimismo, agradecen a Carina Granados y María Eugenia Guerrero por su sobresaliente colaboración como asistentes de investigación. Finalmente, agradecen los comentarios recibidos en el Seminario de Investigación del área de Economía de la Universidad de Piura, así como las observaciones de un lector anónimo que han permitido enriquecer el contenido de la investigación.

Resumen

Este documento evalúa el efecto de la obligatoriedad de las Revisiones Técnicas Vehiculares (RTV), establecida en Perú en los años 2007 y 2008, sobre la ocurrencia y la fatalidad de accidentes de buses de transporte interprovincial, así como sobre la renovación de la flota. El fundamento de la metodología es que la súbita interrupción del cronograma de RTV, establecido en función del último dígito de la placa, generó un grupo de tratamiento y un grupo de control. La base de datos tiene como unidad de análisis a los buses. Los resultados muestran que la obligación de aprobar las RTV no tuvo impacto sobre la ocurrencia de accidentes, su fatalidad o la baja de buses. En cambio, se identifican variables de control con coeficientes significativos, tal como los años de antigüedad del bus y la marca.

1. Introducción

Los accidentes de tránsito constituyen un grave problema de salud y desarrollo en el mundo y particularmente en Perú. A nivel mundial, el número de personas que fallecen anualmente como consecuencia de accidentes de tránsito alcanza los 1,2 millones, mientras que el número de personas que sufren traumatismos alcanza los 50 millones¹. En Perú, el número de personas que fallecieron en el año 2010 como consecuencia de accidentes de tránsito fue 2.856 y el número de heridos fue 49.716². El cuadro N°1 permite contextualizar la situación de Perú en el ámbito mundial, utilizando información del año 2007. Se observa que Perú es el segundo país con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito (21,5 individuos por cada cien mil habitantes), a pesar de que se trata de uno de los países con menor tamaño de parque automotor (1.442.387 vehículos).

CUADRO N°1
POBLACIÓN, VEHÍCULOS Y MORTALIDAD POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO

País	Tamaño de población (millones)	Número de vehículos (millones)	Víctimas mortales comunicadas	Víctimas mortales estimadas	Víct.mort.est. por cien mil habitantes
Argentina	39.5	12.4	5.281	5.427	13.7
Brasil	191.8	49.6	35.155	35.155	18.3
Bolivia	9.5	0.7	1.394	1.594	16.7
Chile	16.6	2.8	2.280	2.280	13.7
Colombia	46.2	5	5.409	5.409	11.7
Ecuador	13.3	1	2.341	1.559	11.7
Paraguay	6.1	0.6	854	1.206	19.7
Perú	27.9	1.4	3.510	6.001	21.5
Uruguay	3.3	1	145	145	4.3
Venezuela	27.7	4	6.031	6.031	21.8

Fuente: Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. OMS 2009.

Nota: La información estadística corresponde al año 2007. La información estimada corresponde a un modelo de regresión binomial negativa.

Una razón que presumiblemente explica la alta tasa de mortalidad en Perú a pesar de su reducido parque automotor es el elevado número de accidentes de buses de transporte interprovincial. Dada la capacidad de estos vehículos en términos de la cantidad de pasajeros que transportan, resulta posible presumir que gran parte del costo social de muertes y lesiones está relacionado con accidentes que los involucran.

Los accidentes de tránsito tienen un alto costo en términos de desarrollo humano y económico. Además del natural padecimiento físico y psicológico que provocan, los accidentes generan la disminución temporal o permanente de los ingresos del hogar,

¹ OMS 2010. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: hora de pasar a la acción.

² Cuánto 2011. Perú en Números 2011. Información provista por la Policía Nacional del Perú.

así como el incremento de los gastos de atención médica, rehabilitación y exequias. En el caso de trabajadores cubiertos por la seguridad social, los eventos descritos someten a una gran presión a los sistemas de salud y pensiones de invalidez y sobrevivencia. En el caso de trabajadores descubiertos, estos eventos pueden sumergir súbitamente a los hogares damnificados en la pobreza.

Aunque existe consenso con respecto a la importancia de la prevención, no resulta claro el efecto que las diversas medidas planteadas tendrían sobre el número de accidentes de tránsito y su gravedad. Las autoridades se enfrentan a una serie de alternativas (construcción de vías de tránsito más seguras, desarrollo de infraestructura de protección a peatones, establecimiento de revisiones técnicas vehiculares obligatorias, supervisión de empresas de transporte), pero no conocen certeramente los beneficios y los costos de implementar cada una.

Una medida de política pública reciente en Perú relacionada con este tema es la obligatoriedad de realizar Revisiones Técnicas Vehiculares (RTV). El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) otorgó a la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) la potestad de llevar a cabo estas revisiones. El proceso se inició en setiembre de 2007 sobre la base de un cronograma mensual que contemplaba la obligación de los vehículos de realizar las RTV gradualmente según el último número de la placa de registro. No obstante, el proceso terminó súbitamente en febrero del 2008 cuando la MML declaró la caducidad del contrato de concesión que tenía con la empresa privada LIDERCON, de tal modo que un grupo de vehículos no alcanzó a tener la obligación de realizar la RTV.

El objetivo general del presente proyecto es evaluar económicamente el efecto de la obligatoriedad de aprobar las RTV, establecida en Perú los años 2007 y 2008, sobre la ocurrencia y la fatalidad de accidentes de transporte interprovincial. La metodología asume que el caso de Perú constituye un experimento natural debido a que se estableció un cronograma de RTV en función del último dígito de la placa y que éste fue suspendido súbitamente cuando un grupo de buses no había tenido la obligación de aprobar las RTV. Dado que la asignación del último número de la placa es un proceso aleatorio, se identifica un grupo de tratamiento y un grupo de control.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Analizar el impacto del establecimiento de la obligación de aprobar las RTV sobre la probabilidad de ocurrencia y la fatalidad de accidentes carreteros protagonizados por buses interurbanos. Determinar si las RTV contribuyeron a mitigar la alta incidencia de accidentes.
- Analizar el impacto de la obligatoriedad de las RTV sobre las características del parque de buses en Perú, dado que el marco normativo establece que evitar la contaminación ambiental es un objetivo adicional de las RTV. Esto permitirá saber si las RTV contribuyen a disminuir la contaminación.
- Analizar la homogeneidad del eventual efecto de obligación de las RTV sobre la probabilidad de ocurrencia a lo largo del tiempo. Del mismo modo, analizar si el eventual efecto sobre los niveles de fatalidad de los accidentes carreteros protagonizados por buses interurbanos es constante en el tiempo. Esto permitirá evaluar técnicamente el plazo de caducidad de seis meses actualmente vigente.

El presente proyecto estima tres modelos usando una base de datos que tiene como unidad de análisis a los buses de transporte interprovincial, la cual fue construida a partir de información del MTC sobre la flota e información de Superintendencia de Transportes Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN) sobre los buses accidentados. El primer modelo analiza la ocurrencia de accidentes mediante un modelo probit cuya variable dependiente es igual a uno si el bus tuvo un accidente. El segundo analiza la fatalidad de los accidentes mediante un modelo probit cuya variable dependiente es uno si hubo alguna muerte registrada en el bus accidentado (se incluye una corrección de sesgo por accidente). El tercer modelo analiza la permanencia en el parque automotor, mediante un probit cuya variable dependiente es igual a uno si el bus no permanece en el parque automotor.

Los tres modelos son evaluados tanto en una base de corte transversal como en una base de datos de panel. En el primer caso, la variable explicativa principal es una variable dicotómica igual a uno si el bus tuvo la obligación de aprobar la RTV (grupo de tratamiento) y cero si no la tuvo (grupo de control). En el segundo caso, se impone una estructura que evalúa si las RTV tuvieron un efecto en el primer mes de obligatoriedad de la RTV, en el segundo mes de obligatoriedad de la RTV, y así

sucesivamente. Esta última estrategia evalúa la homogeneidad del efecto de las RTV a lo largo del tiempo.

Los resultados muestran que el establecimiento de la obligatoriedad de las RTV no tuvo impacto sobre la ocurrencia de accidentes, su fatalidad o el retiro de buses del parque automotor, lo cual se mantiene bajo diferentes estrategias y especificaciones. En cambio, los resultados identifican una serie de variables de control cuyos coeficientes son significativos y robustos. Sobre la probabilidad de que un bus se accidente, resultan significativos los años de antigüedad y su cuadrado, así como la marca. Sobre la probabilidad de que el accidente genere un fallecido, ésta disminuye si el accidente fue en el departamento de Lima. Finalmente, sobre la probabilidad de que un bus sea retirado, importa la antigüedad y también el tamaño.

El documento contribuye a la literatura en tres dimensiones. En primer lugar, se trata del primer estudio para Perú que mide el efecto de las RTV. En segundo lugar, la utilización de una base de datos de accidentes con información a nivel de buses permite superar dificultades empíricas presentes en la literatura internacional, las cuales están relacionadas con la agregación por zonas geográficas³. Finalmente, el documento permite alcanzar una importante recomendación de política pública: medidas que hubieran renovado el parque automotor habrían disminuido los accidentes más efectivamente que la aplicación de la RTV de los años 2007 y 2008.

Se identifican dos limitaciones de la metodología utilizada en el presente documento. En primer lugar, la evaluación se realiza sobre los buses que estuvieron obligados a aprobar la RTV y no sobre los revisados efectivamente⁴. En tal sentido, el estudio evalúa la norma, pero no el cumplimiento de la misma. En segundo lugar, el estudio no incluye el transporte informal, lo cual impide que los resultados sean aplicables a todo el universo. Asimismo, esto genera que el número de accidentes en la muestra sea relativamente bajo, lo cual dificulta la posibilidad de encontrar efectos estadísticamente significativos.

El documento está organizado de la siguiente manera. El capítulo 2 explica los objetivos de las RTV y bajo qué supuestos se alcanzan. El capítulo 3 explica brevemente los aportes de la literatura previa. El capítulo 4 explica cómo fue la

³ Una reseña de estas limitaciones puede ser encontrada en Merrell, Poitras y Sutter (1999).

⁴ Las instituciones públicas consultadas (MML, MTC, SUTRAN y PNP) refirieron por escrito no disponer de un registro de vehículos que hayan cumplido con realizar la RTV.

implementación de las RTV en los años 2007 y 2008. El capítulo 5 presenta la base de datos. El capítulo 6 presenta la estrategia de corte transversal y los resultados, mientras que el capítulo 7 presenta la estrategia de datos de panel y los resultados. El capítulo 8 presenta algunas recomendaciones de política. Finalmente, el capítulo 9 concluye.

2. Fundamento y efectividad de las RTV

Las RTV fueron creadas con el objetivo de garantizar la seguridad del transporte y tránsito terrestre, y resguardar condiciones ambientales saludables. Estos objetivos se alcanzarían mediante la certificación del buen funcionamiento y adecuada mantención de todos los vehículos que circulan por las vías terrestres a nivel nacional.

Una justificación para la existencia de las RTV es su característica de bien público. Por un lado, una adecuada mantención de un vehículo reduce la posibilidad de que otros vehículos se vean involucrados en accidentes con éste. Por otro lado, los costos generados por accidentes son usualmente absorbidos por el resto de la sociedad y no solo por los afectados directamente del accidente. En un contexto de equilibrio general, ambas externalidades producen que el nivel de mantención individual sea menor al óptimo social. Las RTV obligatorias intentarían corregir esta brecha.

¿Consiguen las RTV alcanzar sus objetivos? Un primer supuesto para asegurar el éxito de las RTV es que los individuos tengan incentivos a obedecer la norma. Los individuos sujetos de la obligación se enfrentan a un análisis costo-beneficio en la decisión de someterse a ella. Debido a que las revisiones conllevan costos privados directos de la inspección, la reglamentación debe considerar sanciones acorde a los costos privados de inspección y una política de supervisión. Éstas son las herramientas de las autoridades para hacer cumplir el marco normativo. Así, la política será efectiva en procurar estándares de mantención más altos a los vehículos.

Un segundo supuesto para que las RTV alcancen sus objetivos es que la calidad o severidad de dichas revisiones sea la necesaria para su adecuada efectividad. Si el estándar de mantención impuesto en la práctica fuera demasiado exigente, los costos asociados serían demasiado altos y los agentes responderían a los incentivos provisionando menos mantención de lo socialmente deseado⁵. Esto afectaría además en forma negativa al bienestar, pues los costos totales serían superiores a los óptimos. Si el estándar de mantención fuera menos exigente de lo adecuado, no se alcanzaría seguridad en el transporte ni mejores condiciones ambientales.

Existe el argumento de que las RTV son promovidas por grupos de interés que desean captar las rentas asociadas a las inspecciones o reparaciones mecánicas (Sutter y

⁵ De cierta forma, los agentes pueden hacer *free riding* de la decisión de los otros agentes de someterse a la RTV.

Poitras, 2002; Leigh, 1994), o por grupos que se ven beneficiados indirectamente como las asociaciones de conductores o víctimas de accidentes de tránsito. Los primeros tenderían a promover revisiones muy blandas, mientras que los segundos podrían promover revisiones muy estrictas.

Existe otro argumento no relacionado con aspectos técnicos, sino con aspectos conductuales, que lleva a suponer que las RTV pueden reducir efectivamente la posibilidad de un accidente o su fatalidad (Poitras y Sutter, 2002). La reglamentación de las RTV en ocasiones contempla una revisión complementaria para los vehículos de transporte interurbano de pasajeros, la cual consiste en el chequeo de la instalación de dispositivos obligatorios de control y limitación de velocidad. Por lo tanto, el alcance del impacto de las RTV no solo está relacionado al aspecto técnico, sino también afecta aspectos relacionados al conductor que pueden aumentar su efectividad en disminuir los accidentes y su fatalidad.

El sustento económico para la existencia de inspecciones es que el mantenimiento de los vehículos reduce el ratio de accidentes y, por lo tanto, provee externalidades positivas para la sociedad. Sin embargo, algunos factores pueden potencialmente causar que la inspección falle al salvar vidas y prevenir lesiones: la externalidad del mantenimiento podría ser menor, las autoridades podrían ser ineficientes en el monitoreo de las inspecciones, o las inspecciones podrían modificar el comportamiento de los conductores haciéndolos menos cautelosos. Así, las inspecciones de seguridad pueden fallar al reducir las víctimas en la carretera por dos razones fundamentales: pueden fallar significativamente en mejorar las condiciones del vehículo, o pueden inducir cambios en el comportamiento del conductor.

3. Revisión de literatura

La evidencia empírica internacional sobre la efectividad de las RTV en mejorar los indicadores de seguridad en el tránsito presenta dos características comunes: 1) la unidad de análisis es una zona geográfica, tal como estados en EEUU; y 2) la estrategia de identificación se basa en los diferentes momentos en que la obligación de realizar las RTV fue introducida en dichas zonas geográficas. Los resultados obtenidos hasta ahora no son concluyentes, y la evidencia empírica internacional ha enfrentado problemas metodológicos relacionados a las bases de datos disponibles y la estrategia de identificación utilizada⁶.

Loeb y Gilad (1984) utilizan series de tiempo para determinar la eficacia de las inspecciones técnicas en la reducción de las fatalidades, lesiones y accidentes, usando datos 1929-1979 para New Jersey. Los autores utilizan como variable dependiente una medida de las muertes debido a los accidentes de tráfico, y utilizan como regresores variables asociadas al tiempo, para captar cambios tecnológicos, a las reglas del tránsito (por ejemplo velocidad máxima), variables sociodemográficas relacionadas al parque automotriz, además de una variable dicotómica para la introducción de la inspección.

Corrigiendo las estimaciones por MCO de correlación serial, los resultados para el modelo de fatalidades sugieren que el coeficiente asociado con la variable dicotómica para la inspección es siempre negativo y significativo, y además resulta estable a través de distintas especificaciones del modelo. Para el modelo de heridos, los resultados no son significativos aunque muestran una relación negativa entre inspecciones y heridos por accidente de tráfico. Finalmente, en el modelo de número de accidentes, la variable de inspecciones técnicas influye de manera negativa, aunque su significancia depende de la especificación del modelo.

Como respuesta al trabajo anterior, Garbacz y Kelly (1987) utilizan un modelo de series de tiempo multiplicativo, utilizando datos agregados a nivel nacional para USA, pero incorporando algunas variables que Loeb y Gilad omiten (como el precio del accidente, índices de juventud o consumo de alcohol), además de desagregar los distintos tipos de inspecciones (anual, bianual y spot). Ninguno de los modelos

⁶ La adopción de la obligatoriedad de las RTV se produjo en forma voluntaria (vía incentivos) por parte de cada estado, de tal modo que una característica no observada de un estado podría afectar simultáneamente la adopción de la obligatoriedad y el éxito de las RTV.

estimados da alguna indicación de que las inspecciones vehiculares reducen las fatalidades. Los autores argumentan que estos resultados no son sorprendentes y se deben a la omisión de variables relevantes en el trabajo de Loeb y Gilad (1984), debido a la incidencia menor de fallas mecánicas como causas registradas de accidentes.

Utilizando ahora un corte transversal de datos para USA en 1979, Loeb (1985) estima la eficacia de las inspecciones vehiculares en la reducción de las fatalidades y heridos resultados de los accidentes de tránsito. El estudio incluye variables sociodemográficas y relacionadas a la conducción, además de una variable dicotómica para la existencia de inspección vehicular por estado. Los resultados concluyen que la presencia de inspecciones vehiculares está relacionada negativamente y en forma significativa tanto con la fatalidad como los heridos (ambas cantidades medidas en términos per cápita) de los accidentes de tránsito.

En un trabajo posterior, Loeb (1987) reconoce las desventajas de la eventual omisión de alguna variable relacionada con políticas y regulaciones de tránsito sobre la robustez del resultado negativo y significativo que tienen las inspecciones vehiculares para disminuir las fatalidades en accidentes. La idea es agregar nuevas variables observables de política al corte de Loeb (1985), y analizar la robustez de los resultados. Las conclusiones son que la inspección vehicular tiene una reducción significativa en las tasas de fatalidad de los accidentes. Al mismo tiempo, los límites de velocidad y consumo de cerveza también presentan un efecto negativo en la tasa de mortalidad, mientras la variación de la edad mínima para consumir bebidas alcohólicas no parece tener significancia.

Como respuesta a Garbacz y Kelly (1987), Loeb (1990) utiliza un modelo lineal de series de tiempo, para data agregada de USA, esta vez incorporando las variables relacionadas a costos de accidente y consumo de alcohol. Consistente con los resultados de Loeb (1985, 1987) y Loeb y Gilad (1984), se encuentra una relación negativa y significativa entre fatalidad de accidentes e inspecciones vehiculares. Según el autor, la discrepancia con Garbacz y Kelly (1987) se debe a la especificación del modelo.

Garbacz (1990), sugiere la necesidad de ajustar el número de víctimas de accidentes de tránsito, en particular respecto a las víctimas que no son ocupantes del vehículo, para estimar en forma robusta el efecto de las inspecciones vehiculares. Utilizando

modelos de series de tiempo y corte transversal, el autor vuelve a concluir que las inspecciones vehiculares no tienen un efecto significativo en la fatalidad de los accidentes, refutando los resultados anteriores.

En los trabajos previamente citados, el carácter endógeno de la implementación de políticas puede afectar la consistencia de los estimadores. Leigh (1994) utiliza un modelo de selección para considerar esta endogeneidad de la implementación de la ley de inspecciones vehiculares a través de los estados de EEUU. Esta endogeneidad es análoga al problema de autoselección en la evaluación con grupos experimentales. Para remover el sesgo, se contabiliza el efecto de variables inobservables en la adopción de inspecciones, y se obtienen estimadores insesgados de la relación entre leyes de inspección y fatalidades de accidentes. En este trabajo se modela la implementación de una ley de inspecciones técnicas a través de un “mercado legislativo”, donde los distintos agentes involucrados interactúan. En particular se incluye la influencia de las tiendas de reparación y garajes, las Asociaciones de Automovilistas, los efectos del ingreso, el número de automóviles y factores ambientales.

Con datos de panel en 50 estados durante el periodo 1976-1980, se concluye que el efecto de las inspecciones vehiculares sobre la fatalidad es similar a los resultados previos por MCO (Loeb (1985,1987), Loeb y Gilab (1984)), mientras que variables relacionadas al *lobbying* de clubes de automovilistas, factores ambientales y consumo de alcohol pierden su significancia.

En Fowles y Loeb (2005), se examina la fragilidad de varias políticas y variables socioeconómicas en las especificaciones de las regresiones usando un análisis bayesiano de valores extremos. Se encuentra que los efectos en el ratio de fatalidades del límite de velocidad de 55 mph y el número relativo de vehículos nuevos registrados en la autopista son negativos y significativos, además que estos resultados son robustos a través de un gran set de especificaciones alternativas razonables basadas en el análisis de límites razonables en un 99% elipsoide de probabilidad. Las inspecciones vehiculares resultan no significativas bajo esta metodología.

En Merrell et.al (1999), se utiliza data de un panel de 50 estados de EEUU para los años 1981-1993. Su enfoque empírico toma atención particular al problema de variables omitidas. Se concluye que las inspecciones fallan significativamente a reducir el ratio de fatalidades. La misma conclusión se obtiene cuando se estima el efecto de

las inspecciones en los accidentes no fatales, demostrando que las inspecciones son inefectivas. Una explicación para esto es que su modelo logra captar efectos específicos de los estados. Estos efectos fijos difieren significativamente de cero y pueden afectar deducciones considerando la efectividad de las inspecciones. Es decir, si un modelo omite efectos fijos a nivel de estado, las estimaciones podrían atribuir erróneamente una reducción significativa en las fatalidades a las RTV.

Una segunda conclusión del trabajo es que las cuotas de inspección de vehículos no están correlacionadas con medidas de lobby por parte de la industria automotriz. Esto sería evidencia en contra de una interpretación de transferencia de bienestar. Los autores especulan que la existencia continuada de los programas de inspección refleja costos de transacción política. Aunque son inefectivas, las inspecciones se mantendrían debido a inercia política.

Este último punto encuentra sustento en trabajo de Sutter y Poitras (2002). En este trabajo no se encuentra evidencia de que la cantidad esperada de víctimas en accidentes influya en forma significativa en la incidencia de inspecciones vehiculares. Esto puede ser interpretado como evidencia en contra de una explicación basada en el interés público para la existencia de revisiones.

En lo que respecta al impacto de las RTV en la composición del parque automotor, Poitras y Sutter (2002) examinan el efecto de las inspecciones en el registro de carros antiguos usando un panel de observaciones anuales para EEUU en los 48 Estados y el Distrito de Columbia. Controlando por efectos fijos, las estimaciones indican que la inspección no tiene un impacto significativo en la proporción de vehículos más antiguos en el parque automotor. Sin embargo, no se puede rechazar la hipótesis de que las inspecciones no mejoran las condiciones mecánicas.

4. Implementación de las RTV en Perú en los años 2007 y 2008

El presente acápite muestra la evolución del marco normativo de las RTV y explica porqué el caso peruano representa un experimento natural con el fin de analizar el efecto de las RTV.

Las RTV fueron introducidas en el marco normativo peruano por el MTC en octubre de 2003⁷ con el fin de mejorar la seguridad en las vías y evitar la contaminación ambiental. El MTC posteriormente otorgó a la MML la potestad de llevar a cabo la realización de las RTV; así, en setiembre de 2004, un proceso de licitación declaró ganadora a la empresa de capitales españoles LIDERCON. El cuadro N°2 muestra el cronograma usado para iniciar las RTV de buses interprovinciales, aprobado en setiembre de 2007⁸. El cronograma establecía la obligatoriedad de la RTV mensualmente según el último número de la placa de rodaje (por ejemplo, los buses cuyas placas terminan en 3 ó 4 debieron realizar la RTV en setiembre de 2007).

CUADRO N°2
CRONOGRAMA VIGENTE EN EL INICIO DE LAS RTV

MES	ÚLTIMO DÍGITO PLACA	NÚMERO RTV	OBSERVACIÓN
Sep-07	3,4	Primera RTV	Cronograma de inicio
Oct-07	5,6	Primera RTV	
Nov-07	7,8	Primera RTV	
Dec-07	9	Primera RTV	
Jan-08			
Feb-08			Suspensión
Mar-08			
Apr-08			
May-08			
Jun-08			
Jul-08	0	Primera RTV	
Aug-08	1,2	Primera RTV	Reanudación no coactiva
Sep-08	3,4	Segunda RTV	
Oct-08	5,6	Segunda RTV	
Nov-08	7,8	Segunda RTV	
Dec-08	9	Segunda RTV	Nuevo cronograma
Jan-09	0	Segunda RTV	Reanudación coactiva

Entre setiembre de 2007 y febrero de 2008, se llevaron a cabo las RTV de acuerdo al cronograma en la mayoría de los casos⁹. No obstante, la MML declaró la caducidad

⁷ Decreto Supremo N°058-2003-MTC, Reglamento Nacional de Vehículos.

⁸ Ordenanza N°1064 de la MML, emitida el 9 de setiembre de 2007.

⁹ Se debe señalar sin embargo que el 1 de noviembre de 2007, mediante la Resolución de Gerencia N° 341-MML-GTU, se estableció una corta prórroga (hasta el 30 de noviembre de

del contrato de concesión el 8 de febrero de 2008 argumentando incumplimiento de contrato por parte de Lidercon¹⁰ y declaró la suspensión de la obligatoriedad de las RTV por 180 días. Transcurrido el plazo se reanudaron las RTV, pero sin mecanismos de coacción para aquellos que no las realicen. Con el fin de remediar la confusión creada, un nuevo procedimiento fue establecido mediante un grupo de normas en el 2008¹¹, incluyendo un nuevo cronograma que entró en vigencia en enero de 2009. El proceso de RTV se realiza sin percance desde dicha fecha.

El accidentado proceso descrito determinó que los buses de transporte interprovincial cuyas placas de rodaje terminan en 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 hayan tenido la obligación de pasar la RTV entre setiembre y diciembre de 2007, mientras que aquellos con placas que terminan en 0, 1 y 2 no hayan tenido dicha obligación hasta julio de 2008. Dado que la asignación de los últimos dígitos de las placas es aleatoria, se cuenta con un grupo de tratamiento y un grupo de control.

2007) para que los vehículos cuyo plazo de RTV haya vencido, es decir, para los buses cuyas placas terminen en 3, 4, 5 y 6.

¹⁰ La MML consideró que se había producido un retraso en la fecha de inicio de las RTV pues el cronograma de setiembre de 2007 había reemplazado un cronograma previo que no pudo ser ejecutado por Lidercon. Además, la MML argumentó que Lidercon sólo había cumplido con dos de los tres locales pactados para realizar las RTV.

¹¹ Decreto Supremo N° 025-2008-MTC/15 (cronograma de las RTV), Resolución Directoral N° 11697-2008-MTC/15 (formatos de los certificados de inspección) y Resolución Directoral N° 11581-2008-MTC/15 (manual de RTV y especificaciones técnicas de los Centros de RTV).

5. Base de datos

5.1 Descripción de la base de datos

El presente proyecto utiliza una fusión de dos bases de datos. La primera, proveniente del MTC, muestra la flota de buses de transporte interprovincial de pasajeros registrados a agosto 2007 (flota inicial), junio de 2008 (flota intermedia) y diciembre 2008 (flota final). Se trata del universo de buses que han cumplido con la obligación legal de registrarse en el MTC. Mientras que la flota inicial cuenta con 6.068 buses pertenecientes a 389 empresas de transporte, la flota final cuenta con 5.664 buses pertenecientes a 365 empresas. La información disponible en esta base de datos consiste en las características de los buses: placa, marca, año, número de asientos, ejes, largo del vehículo, ancho del vehículo, inicio de la póliza de seguros, fin de la póliza de seguros, empresas a la que pertenece el bus y las partidas registrales de las empresas a las que pertenece el bus.

La segunda base, proveniente de la SUTRAN, registra los accidentes en los cuales se ha visto involucrado un bus entre setiembre 2007 y diciembre 2008¹². La información contenida en esta base de datos señala las características de 590 buses accidentados: modalidad del accidente, lugar, fecha, carretera, turno, placa de los vehículos involucrados, empresa a la que pertenece el bus accidentado, número de heridos y el número de personas fallecidas¹³. Se trata del universo de accidentes que han sido registrados por las autoridades.

La fusión de las bases se realizó a través de la variable placa de rodaje, común en las dos bases¹⁴. El cuadro N°3 muestra los resultados de la consolidación realizada a partir de 6.068 buses de las flotas y 590 buses accidentados. En primer lugar, 199 buses pertenecen únicamente a la flota inicial y 205 pertenecen únicamente a la flota inicial y la flota intermedia. Esto puede deberse a que las empresas han vendido sus buses o han dejado de utilizarlos por algún motivo, tal como la antigüedad del bus y la

¹² La información estadística recibida de la SUTRAN se encuentra en proceso de validación por parte de esta institución.

¹³ Esta base mostraba más de una observación por bus porque 19 buses experimentaron más de un accidente en el periodo de análisis. Por tanto, la base fue modificada de tal manera que muestre una observación por bus y añada información del accidente o los accidentes en campos adicionales.

¹⁴ Se eliminaron siete observaciones que, debido a errores tipográficos, carecían del número de la placa.

obligación de pasar las RTV. En segundo lugar, se puede observar que 402 buses se han accidentado, lo que supone un 6,62% del total de la flota¹⁵.

**CUADRO N°3
RESULTADOS DE LA FUSIÓN DE LAS BASES DE DATOS**

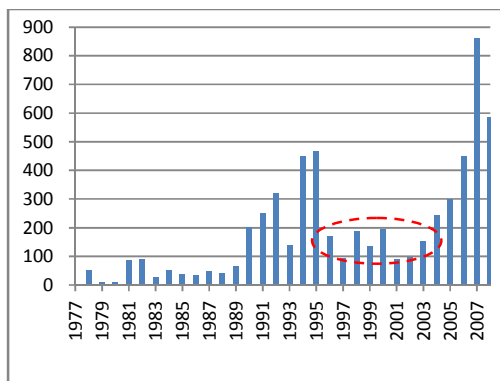
	Presente en base accidentes	Ausente de base accidentes	Total
Sólo flota agosto 2007	0	199	199
Sólo flotas agosto 2007 y junio 2008	7	198	205
Agoto 2007, junio 2008 y diciembre 2008	395	5.269	5.664
Total	402	5.666	6.068

5.2 Estadística descriptiva

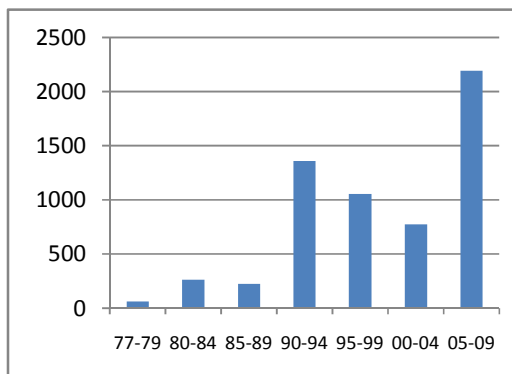
La base de datos final cuenta con información de los 6.068 buses de los registros del MTC entre agosto de 2007 y diciembre de 2008. El presente acápite describe brevemente esta base.

En primer lugar, se observa el año de fabricación de los buses. La antigüedad promedio de los buses es 9,1 años y se cuenta con buses fabricados desde 1977. Una particularidad de la flota de Perú es que, contrariamente a lo que sucede bajo circunstancias normales, la distribución de buses según año de fabricación no crece de manera continua. El gráfico N°1-A muestra que la participación de los buses fabricados entre los años 1996 y 2004 es menor que la de los buses fabricados en años previos. El gráfico N°1-B muestra que el 23% de la flota pertenece al periodo 1990-1994, mientras que solo el 18% y el 13% pertenecen a los quinquenios 1995-1999 y 2000-2004.

**GRÁFICO N°1 – A
FLOTA SEGÚN AÑO DE FABRICACIÓN**



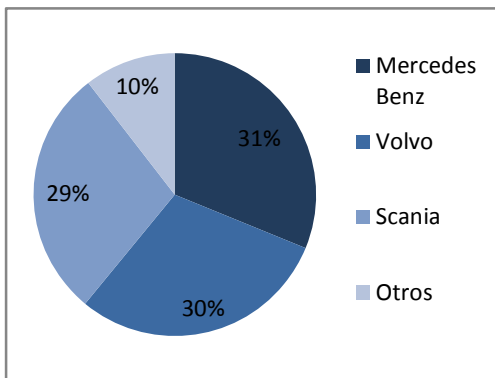
**GRÁFICO N°1 – B
FLOTA SEGÚN QUINQUENIO DE FABRICACIÓN**



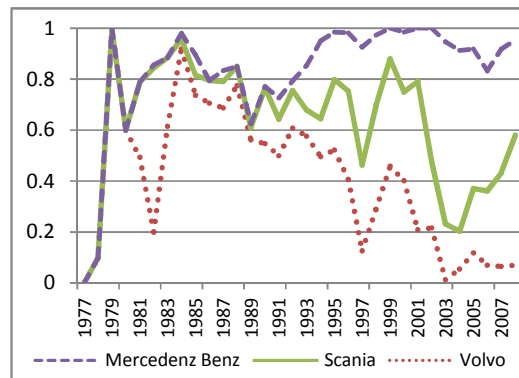
¹⁵ Cabe notar que 188 registros de buses accidentados de la base de Sutran no figuraban dentro de ninguna flota del MTC. Dado que se detectó que no se trataba de buses, el presente informe prescinde de la información de estos 188 vehículos.

En segundo lugar, la base incluye información de la marca de los buses. El gráfico N°2-A muestra que tres marcas agrupan el 90% de la flota: 31% de Mercedes Benz, 30% de Volvo y 29% de Scania. El gráfico N°2-B muestra que la composición varía según el año de fabricación, de tal modo que, mientras los buses más antiguos son Volvo, los más nuevos son Scania y Mercedes.

**GRÁFICO N°2 – A
FLOTA SEGÚN MARCA**



**GRÁFICO N°2 – B
FLOTA SEGÚN MARCA Y AÑO DE FABRICACIÓN**



Finalmente, se cuenta con información sobre el tamaño de los buses, a través del número de asientos y el número de ejes. El número de asientos se encuentra entre 22 y 94, siendo el promedio igual a 54,6. El número de ejes se encuentra entre dos y cuatro, siendo el promedio igual a 2,6.

La base de datos final incluye información detallada de los 402 buses accidentados. En primer lugar, se cuenta con la fecha y el momento del accidente. El gráfico N°3-A muestra la evolución mensual de los buses accidentados. No se distingue una tendencia en el número de accidentes. El gráfico N°3-B muestra evolución mensual de los buses accidentados para el año 2007 y 2008, con el fin de analizar una posible estacionalidad. Se observa un aumento de los accidentes durante los meses de enero, julio y diciembre, debido probablemente al incremento en las frecuencias de los viajes y la peligrosidad de las lluvias. Asimismo, la base de datos permite observar que el 34% de los accidentes ocurre de día y el 66% ocurre de noche.

GRÁFICO N°3 – A
EVOLUCIÓN MENSUAL DE BUSES ACCIDENTADOS

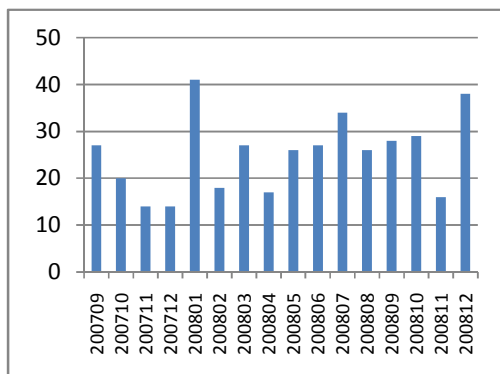
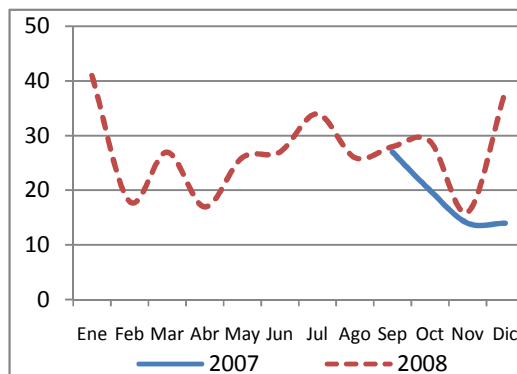


GRÁFICO N°3 – B
SERIES ANUALES DE BUSES ACCIDENTADOS SEGÚN MES



En segundo lugar, la base de datos incluye información del lugar donde ocurrió el accidente. El cuadro N°4 muestra los buses accidentados según departamento. Se observa que el 31,5% de los buses se accidentó en Lima, lo cual probablemente se explique porque un gran número de rutas incluyen pasar por Lima. Se observa también que el 34,8% de los buses se accidentó en la Sierra, lo cual posiblemente se explique por características de las rutas. La base de datos incluye información aún más precisa, tal como la carretera y el kilómetro donde ocurrió el accidente.

CUADRO N°4
NÚMERO DE BUSES ACCIDENTADOS SEGÚN DEPARTAMENTO

Departamento	N° Buses	Porcentaje
Amazonas	7	1,2%
Ancash	47	8,0%
Apurímac	10	1,7%
Arequipa	45	7,6%
Ayacucho	22	3,7%
Cajamarca	14	2,4%
Cusco	7	1,2%
Huancavelica	2	0,3%
Huánuco	5	0,9%
Ica	58	9,9%
Junín	56	9,5%
La Libertad	32	5,4%
Lambayeque	26	4,4%
Lima	200	34,0%
Moquegua	5	0,9%
Pasco	5	0,9%
Piura	14	2,4%
Puno	14	2,4%
San Martín	6	1,0%
Tacna	8	1,4%
Tumbes	1	0,2%
Ucayali	5	0,9%

En tercer lugar, la base incluye información de la modalidad del accidente. El cuadro N°5 incluye las modalidades según la tabulación de la base original. Se puede

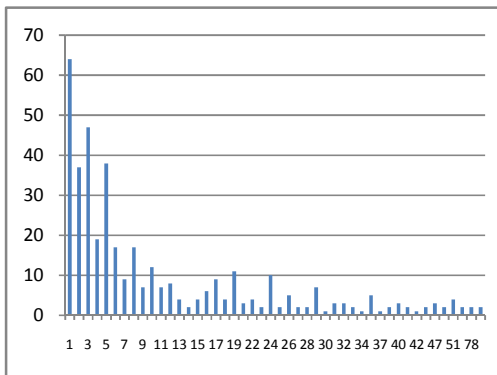
observar que el 60,5% de los accidentes corresponde a un choque, mientras que el 24,1% corresponde a un despiste del vehículo.

**CUADRO N°5
NÚMERO DE BUSES ACCIDENTADOS SEGÚN MODALIDAD**

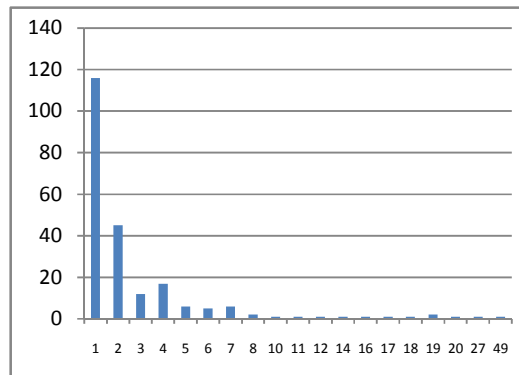
Modalidad del accidente	N° buses accidentados	Porcentaje
Atropello	33	8,2%
Choque	243	60,5%
Despiste	97	24,1%
Otros	29	7,2%
Total	402	100,0%

Finalmente, se debe señalar que la información de accidentes incluye el número de heridos y el número de fallecidos. De los 402 buses accidentados en el periodo de análisis, 83 no tuvieron víctimas, 160 tuvieron solo heridos y 159 tuvieron por lo menos un fallecido. El gráfico N°4-A muestra el número de buses accidentados según los heridos involucrados, mientras que el gráfico N°4-B muestra el número de buses accidentados según los fallecidos. Se debe señalar que un bus accidentado genera en promedio nueve heridos y un fallecido.

**GRÁFICO N°4 – A
BUSES ACCIDENTADOS SEGÚN HERIDOS**



**GRÁFICO N°4 – B
BUSES ACCIDENTADOS SEGÚN FALLECIDOS**



5.3 Grupo de tratamiento y el grupo de control

Un aspecto crucial para la existencia de experimento natural es la aleatoriedad en la distribución entre grupo de tratamiento y grupo de control la cual se basa en la asignación aleatoria del último dígito de la placa de rodaje. El cuadro N°6 muestra algunas características observables de la flota, distinguiendo entre ambos grupos.

CUADRO N°6
CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS DE TRATAMIENTO Y CONTROL

Variable	Grupo de control	Grupo tratado
Antigüedad	9,0	9,2
Marca Mercedes	0,3	0,3
Marca Scania	0,3	0,3
Marca Volvo	0,3	0,3
Número de asientos	54,5	54,7
Número de ejes	2,6	2,6

Se puede observar que los grupos de tratamiento y control son casi idénticos en cuanto a sus características observables, tales como antigüedad, la composición según marca, número de asientos y número de ejes. Esto hace presumir que los grupos también son parecidos en sus características no observables y sustenta el supuesto de aleatoriedad.

6. Modelo de corte transversal

El efecto de la obligatoriedad de aprobar las RTV sobre la ocurrencia de accidentes de buses interprovinciales es analizado en un periodo de seis meses, pues éste fue el tiempo de vigencia de la RTV establecido por el marco normativo. Es decir, se observa si los buses sufrieron un accidente en el periodo comprendido entre el mes de la obligatoriedad de la RTV y los cinco meses siguientes. Según la norma, los buses debieron aprobar nuevamente la RTV en el sexto mes.

Dado que la obligación de aprobar la RTV se estableció gradualmente en el tiempo y en función de grupos según el último dígito de la placa, el periodo de análisis difiere para cada grupo. Por ejemplo, los vehículos cuyas placas acaban en 3 ó 4 debían aprobar la RTV en setiembre 2007 y, por tanto, los efectos son medidos en el periodo de seis meses comprendido entre setiembre de 2007 y febrero de 2008. Similarmente, los vehículos cuyas placas acaban en 5 ó 6 debían aprobar la RTV en octubre 2007 y consecuentemente el periodo de análisis es entre octubre de 2007 y marzo de 2008. El cuadro N°7 muestra los periodos de análisis para cada grupo.

CUADRO N°7
PERIODO DE ANÁLISIS SEGÚN CRONOGRAMA DE LAS RTV

Mes	Tratamiento				Control			
	3,4	5,6	7,8	9	0,1,2 g1	0,1,2 g2	0,1,2 g3	0,1,2 g4
sep-07	■				■			
oct-07	■	■			■	■		
nov-07	■	■	■		■	■	■	
dic-07	■	■	■	■	■	■	■	■
ene-08	■	■	■	■	■	■	■	■
feb-08	■	■	■	■	■	■	■	■
mar-08		■	■	■		■	■	■
abr-08			■	■			■	■
may-08				■				■
jun-08								
jul-08								
ago-08								
sep-08								
oct-08								
nov-08								
dic-08								

Una consideración importante es que los buses del grupo de control (es decir, aquellos cuyas placas terminan en 0, 1 ó 2), al no haber estado obligados a aprobar la RTV, no tienen un periodo de análisis evidente. Se decidió distribuir aleatoriamente a los buses de control en cuatro grupos y asignarles periodos de análisis de seis meses e idénticos a los de los buses tratados. Este tratamiento busca homogeneizar las condiciones de evaluación del grupo de tratamiento y el grupo de control. El cuadro N°7 muestra los periodos de análisis para cada grupo.

6.1 Primer modelo: ocurrencia de un accidente

Un objetivo de la investigación es determinar si la obligatoriedad de las RTV reduce la probabilidad de ocurrencia de un accidente en el transporte público interprovincial. La ocurrencia de un accidente se analiza mediante un simple modelo probit binomial. La variable dependiente es una variable dicotómica igual a uno si el bus de transporte interprovincial i experimenta accidente en el periodo de análisis e igual a cero de otro modo. Formalmente,

$$\begin{aligned} y_i &= 1 && \text{si el bus } i \text{ experimenta accidente en el periodo de análisis} \\ &= 0 && \text{si el bus } i \text{ no experimenta accidente en el periodo de análisis} \end{aligned}$$

donde la variable depende de la relación subyacente siguiente:

$$\begin{aligned} y_i &= 1 && \text{si } \delta \cdot rtv_i + x_i \beta + u_i > 0 \\ &= 0 && \text{si } \delta \cdot rtv_i + x_i \beta + u_i \leq 0 \end{aligned}$$

donde rtv_i es una variable dicotómica igual a uno si el bus i tuvo la obligación de pasar la RTV, es decir, si su placa de rodaje termina en los números 3, 4, 5, 6, 7, 8 ó 9. Asimismo, x_i es un grupo de variables de control, incluyendo años de antigüedad, número de ejes y número de asientos, y variables dicotómicas por empresa y marca de bus. Finalmente, se incluye la perturbación $u_i \sim N(0,1)$.

El principal parámetro de interés es δ , el cual está directamente asociado al efecto promedio de establecer la obligatoriedad de las RTV sobre la probabilidad de que un bus interprovincial experimente un accidente. El vector de parámetros β controla diferentes efectos y es relevante en sí mismo, pues permite observar, por ejemplo, cómo la probabilidad de accidente se ve afectada por la antigüedad y la marca del bus.

Antes de presentar los resultados econométricos, conviene comparar la estadística descriptiva. Se observa que la proporción de buses accidentados es 1,00% en el grupo que no tuvo la obligación de aprobar la RTV, mientras que la proporción es 2,28% en el grupo que sí tuvo dicha obligación. Es decir, la evidencia estadística parece descartar la existencia de un efecto de las RTV sobre la probabilidad de accidente. No obstante, el tratamiento econométrico resulta necesario para controlar el efecto de otras variables.

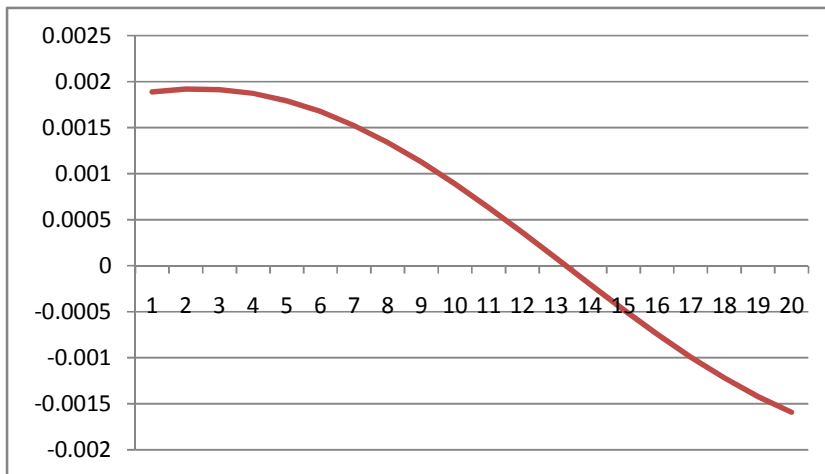
Los resultados de la estimación del modelo de probabilidad de ocurrencia de un accidente aparecen en el cuadro N°8. La primera columna muestra una regresión sin variables de control que se incluye únicamente con fines referenciales. La segunda columna sí corresponde exactamente al modelo propuesto pues incluye las variables de control. En ambos casos, el coeficiente asociado a las RTV es similar y no es estadísticamente significativo. Es decir, la obligatoriedad de aprobar las RTV no parecen haber disminuido la probabilidad de ocurrencia de un accidente de los buses de transporte interprovincial.

La obligatoriedad de las RTV podría no haber tenido un efecto general sobre la probabilidad de accidentes de los buses interprovinciales, pero sí sobre un grupo específico. Por ejemplo, se puede argumentar que las RTV tienen efecto sobre los buses antiguos, pero no sobre los nuevos. Asimismo, resulta posible que las RTV tengan efecto sobre algunas marcas de buses, pero no sobre otras. Con el fin de evaluar estas hipótesis, la tercera columna del cuadro N°9 incluye interacciones de la variable RTV y los años de antigüedad del vehículo, mientras que la cuarta columna incluye interacciones de la variable RTV y las tres principales marcas de buses. No obstante, los coeficientes no son estadísticamente significativos en ambos casos, descartándose las hipótesis.

Las variables de control, sin embargo, sí tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la probabilidad de sufrir un accidente. En primer lugar, los años de antigüedad del bus y el cuadrado de esta variable tienen coeficientes significativos y de signos opuestos. El Gráfico N°5 muestra el efecto marginal promedio de un cambio en los años de antigüedad de los buses sobre la probabilidad de accidente¹⁶. Se puede observar que, durante los primeros años, cada año adicional incrementa la probabilidad de accidente de manera importante. No obstante, conforme los buses son más antiguos, el incremento de la probabilidad de accidente es cada vez menor. En el extremo, la probabilidad de accidente disminuye con los años de antigüedad.

¹⁶ Los efectos marginales promedio o *average marginal effects* han sido calculados sobre la base del Modelo N°2, es decir, aquel que no considera las interacciones pero sí los controles.

GRÁFICO N°5
EFFECTOS MARGINALES PROMEDIO SOBRE PROBABILIDAD DE ACCIDENTE SEGÚN AÑOS DE ANTIGÜEDAD



En segundo lugar, los buses de la marca Volvo tienen una menor probabilidad de accidente, lo cual no sucede con las marcas Mercedes Benz y Scania. Los efectos marginales (ver Anexo N°1) muestran que un bus Volvo tiene una probabilidad de accidente 1,3% menor que el promedio. Es decir, si contáramos con buses del mismo año de fabricación, el mismo número de ejes, el mismo número de asientos y pertenecientes a la misma empresa, entonces el bus de la marca Volvo tendría una probabilidad de tener un accidente 1,3% menor.

CUADRO N°8
MODELO DE OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE – CORTE TRANSVERAL

VARIABLES	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
RTV	0.016 (0.078)	0.016 (0.079)	0.059 (0.157)	-0.097 (0.224)
RTV x antigüedad			-0.007 (0.034)	
RTV x antigüedad^2			0.000 (0.002)	
RTV x Mercedes Benz				0.081 (0.264)
RTV x Scania				0.073 (0.266)
RTV x Volvo				0.256 (0.277)
Características del vehículo				
Años de antigüedad		0.046*** (0.016)	0.051* (0.029)	0.046*** (0.016)
Años de antigüedad ^2		-0.002*** (0.001)	-0.002 (0.001)	-0.002*** (0.001)
Número de asientos		0.008 (0.005)	0.008 (0.005)	0.008 (0.005)
Número de ejes		0.007 (0.080)	0.007 (0.080)	0.006 (0.080)
Marca del vehículo				
Mercedes Benz		-0.196 (0.135)	-0.196 (0.135)	-0.250 (0.222)
Scania		-0.160 (0.134)	-0.160 (0.134)	-0.208 (0.224)
Volvo		-0.287** (0.134)	-0.287** (0.134)	-0.467** (0.234)
Empresas de transporte				
Flores Hermanos S.R.L.		0.240* (0.136)	0.240* (0.136)	0.242* (0.136)
Transportes Linea S.A.		-0.475 (0.350)	-0.471 (0.349)	-0.480 (0.351)
Turismo CIVA S.A.C		0.032 (0.217)	0.032 (0.217)	0.034 (0.217)
Cruz del Sur S.A.C		0.084 (0.230)	0.084 (0.230)	0.081 (0.230)
SOYUZ S.A.		-0.184 (0.301)	-0.185 (0.301)	-0.183 (0.301)
Peru Bus S.A.		0.164 (0.243)	0.164 (0.243)	0.163 (0.243)
Movil Tours S.A.		0.143 (0.259)	0.147 (0.259)	0.141 (0.260)
constante	-2.007*** (0.066)	-2.434*** (0.279)	-2.465*** (0.296)	-2.362*** (0.312)
Número de observaciones	5,919	5,909	5,909	5,909
Log-Likelihood	-648	-636	-636	-636
aic	1,299	1,304	1,308	1,309
bic	1,313	1,411	1,429	1,436

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6.2 Segundo modelo: fatalidad de un accidente

Un objetivo de la investigación es determinar si la obligatoriedad de las RTV reduce la fatalidad de un accidente en el transporte público interprovincial. La fatalidad de los accidentes se analiza mediante un modelo probit donde la variable dependiente será uno si hubo fallecidos en el accidente del bus de transporte interprovincial i . Se debe mencionar que el modelo incorporará una corrección por el sesgo de que el bus se vea comprometido en un accidente. Formalmente,

$$\begin{aligned} z_i &= 1 && \text{si hubo algún muerto en el accidente del bus } i \text{ en el periodo de análisis.} \\ &= 0 && \text{si no hubo ningún muerto en el accidente del bus } i \text{ en el periodo de} \\ &&& \text{análisis.} \end{aligned}$$

donde la variable depende de la relación subyacente siguiente:

$$\begin{aligned} z_{it} &= 1 && \text{si } \delta \cdot rtv_i + x'_i \beta + u'_i > 0 \\ &= 0 && \text{si } \delta \cdot rtv_i + x'_i \beta + u'_i \leq 0 \end{aligned}$$

donde x'_i es un grupo de variables de control asociadas con el accidente y $u'_i \sim N(0,1)$ es la perturbación. La variable dependiente solamente se observa si $\delta \cdot rtv_i + x'_i \beta + u'_i > 0$, de acuerdo con el modelo anterior.

Nuevamente, se presentan estadísticas sobre el tema antes de los resultados econométricos. El 40,0% de los buses accidentados en el periodo de análisis de seis meses registraron por lo menos un fallecido, mientras que dicho porcentaje fue 45,6% en el grupo tratado. Es decir, la estadística descriptiva contradice preliminarmente la existencia de un efecto positivo de las RTV sobre la fatalidad de los accidentes.

El cuadro N°9 muestra los resultados de la estimación del modelo de probabilidad de que haya por lo menos un fallecido en un accidente, con corrección de sesgo por la ocurrencia de un accidente. Las primeras dos columnas muestran la ecuación principal y la ecuación de selección de un modelo sin controles, el cual es solamente referencial. Las últimas dos columnas muestran la ecuación principal y la ecuación de selección del modelo propuesto. Los resultados de la ecuación principal, existencia de por lo menos un fallecido, revelan que la obligación de realizar la RTV no tuvo ningún efecto sobre la probabilidad de que se generen víctimas mortales en los accidentes. Los resultados de la ecuación de selección, ocurrencia de un siniestro, son similares a

los comentados en el acápite anterior. Esta falta de significancia se obtiene también cuando se evalúa un efecto diferenciado según antigüedad o marca.

CUADRO N°9
MODELO DE FATALIDAD DE UN ACCIDENTE, CON CORRECCIÓN DE SESGO
POR LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE – CORTE TRANSVERAL

VARIABLE	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3		MODELO 4	
	Muerte	Accidente	Muerte	Accidente	Muerte	Accidente	Muerte	Accidente
RTV	0.166 (0.225)	0.016 (0.079)	0.215 (0.245)	0.016 (0.079)	-0.034 (0.206)	0.017 (0.065)	-1.162 (0.732)	0.016 (0.079)
RTV x antigüedad					-0.016 (0.034)			
RTV x antigüedad^2					0.002 (0.001)			
RTV x Mercedes Benz							1.637* (0.869)	
RTV x Scania							1.511* (0.893)	
RTV x Volvo							1.723* (0.964)	
Características del vehículo								
Años de antigüedad		0.047*** (0.016)	-0.029 (0.020)	0.047*** (0.016)	-0.045 (0.031)	0.046*** (0.015)	-0.027 (0.020)	0.046*** (0.016)
Años de antigüedad ^2		-0.002*** (0.001)		-0.002*** (0.001)	0.001 (0.001)	-0.002*** (0.001)		-0.002*** (0.001)
Número de asientos		0.008 (0.005)	0.000 (0.016)	0.008 (0.005)	-0.002 (0.007)	0.009* (0.005)	-0.002 (0.017)	0.008 (0.005)
Número de ejes		0.019 (0.083)	-0.252 (0.238)	0.010 (0.081)	-0.153 (0.094)	0.005 (0.073)	-0.281 (0.243)	0.009 (0.081)
Marca del vehículo								
Mercedes Benz		-0.186 (0.137)	-0.134 (0.391)	-0.195 (0.135)	0.155 (0.171)	-0.193 (0.134)	-1.198* (0.698)	-0.195 (0.135)
Scania		-0.162 (0.133)	0.054 (0.409)	-0.161 (0.134)	0.237 (0.184)	-0.161 (0.132)	-0.940 (0.699)	-0.161 (0.134)
Volvo		-0.275** (0.137)	-0.151 (0.421)	-0.285** (0.135)	0.293* (0.170)	-0.303** (0.120)	-1.351* (0.777)	-0.285** (0.135)
Ubicación								
Departamento de Lima			-0.676** (0.331)		-0.178* (0.100)		-0.802** (0.341)	
Región Sierra			-0.491* (0.293)		-0.102 (0.087)		-0.596** (0.301)	
Constante	-1.214 (1.739)	-2.466*** (0.282)	0.607 (3.363)	-2.435*** (0.279)	2.950*** (0.383)	-2.482*** (0.267)	1.868 (3.720)	-2.434*** (0.279)
/athrho	0.446 (0.938)		0.197 (1.179)		-13.847 (854.273)		0.161 (1.219)	
Número de observaciones	5,909		5,909		5,909		5,909	
Log-Likelihood	-729.32		-725.06		-721.43		-722.65	
aic	1,496.649		1,504.116		1,502.863		1,505.296	
bic	1,623.649		1,684.590		1,703.390		1,705.823	

Notas: Se controla por los errores estándar están en paréntesis.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Se incluyeron las empresas de transportes como variables de control.

En cuanto a las variables de control, solamente departamento de Lima tuvo coeficientes significativos en las diferentes especificaciones. Esto significa que un accidente en el departamento de Lima tiene menor probabilidad de generar víctimas mortales, probablemente por la mayor seguridad de sus carreteras.

6.3 Tercer modelo: baja de los buses del parque automotor

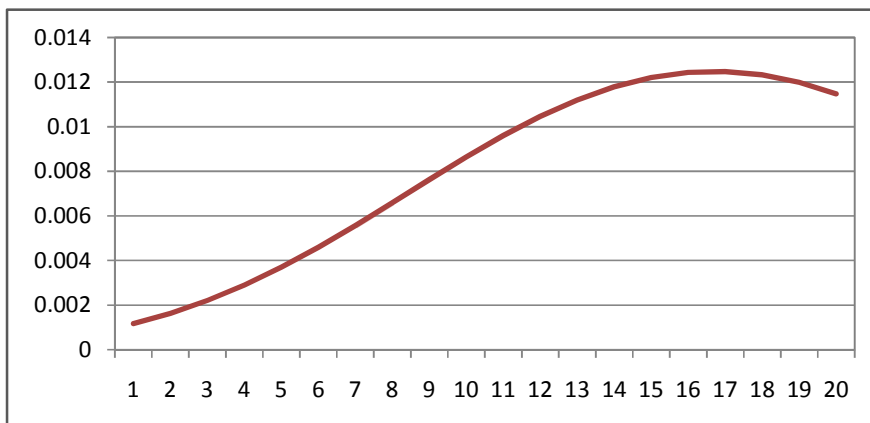
Un objetivo de la investigación es determinar si la obligatoriedad de las RTV incrementa la probabilidad de que un bus quede fuera de circulación. Este modelo tendrá como variable dependiente una dicotómica igual a uno si el bus registrado en la flota inicial no permanece en el parque automotor en la flota final, e igual a cero de otro modo.

Nuevamente, antes de los resultados econométricos, se presentan estadísticas sobre el tema. Mientras el 7,2% de buses quedaron fuera de circulación en el grupo de control, el 6,6% lo hizo en el grupo tratado. La evidencia estadística parece descartar la existencia de un efecto positivo de las RTV sobre la probabilidad de quedar fuera de circulación.

El cuadro N°10 muestra los resultados de la estimación de un modelo de probabilidad de quedar fuera de circulación. El coeficiente de las RTV asociado a quedar fuera de circulación no es significativo en ninguno de los dos modelos presentados, es decir, no existe evidencia econométrica para afirmar que la obligación de realizar la RTV haya reducido la probabilidad de que un bus de transporte interprovincial quede fuera de circulación.

No obstante, las variables de control tienen un efecto significativo sobre la probabilidad de quedar fuera de circulación. En primer lugar, los años de antigüedad del bus y el cuadrado de esta variable tienen coeficientes significativos. El Gráfico N° 6 muestra el efecto marginal de un cambio en los años de antigüedad de los buses sobre la probabilidad de que un bus quede fuera de circulación. Se puede observar que, para la mayor parte de los buses, la probabilidad aumenta, y este incremento es cada vez mayor.

GRÁFICO N°6
EFFECTOS MARGINALES PROMEDIO SOBRE PROBABILIDAD DE BAJA SEGÚN AÑOS DE ANTIGÜEDAD



En segundo lugar, los buses de las marcas Mercedes Benz, Scania y Volvo tienen menor probabilidad de ser dados de baja que el promedio. Los efectos marginales (ver Anexo N°2) revelan que la probabilidad de ser retirado del parque automotor disminuye 2,5% si el bus es Scania, 1,8% si es Volvo y 1,6% si es Mercedes Benz. En tercer lugar, el hecho que un bus pertenezca a la Empresa de Transportes Flores Hermanos reduce la probabilidad de quedar fuera de la flota, mientras que el hecho de que un bus pertenezca a la empresa Transportes Cruz del Sur S.A.C aumenta la probabilidad de ser dado de baja. Finalmente, el número de asientos reduce la probabilidad de ser dado de baja. Según los efectos marginales, un asiento más reduce la probabilidad de ser dado de baja en 0,1%. Esto puede deberse a la mayor inversión que significa reemplazar un bus de estas características, razón por la cual los transportistas prefieren alargar su vida útil.

CUADRO N°10
MODELO DE RETIRO DE CIRCULACIÓN – CORTE TRANSVERSAL

VARIABLES	MODELO 1	MODELO 2
RTV	-0.047 (0.054)	-0.052 (0.063)
Características del vehículo		
Años de antigüedad		0.144*** (0.016)
Años de antigüedad ^2		-0.002*** (0.000)
Número de asientos		-0.015*** (0.005)
Número de ejes		-0.069 (0.068)
Marca del vehículo		
Mercedes Benz		-0.284*** (0.108)
Scania		-0.463*** (0.098)
Volvo		-0.317*** (0.084)
Empresas de Transporte		
Flores Hermanos S.A.		-0.389** (0.177)
Transportes Linea S.A.		-0.185 (0.218)
Turismo CIVA S.A.C		-0.130 (0.221)
Cruz del Sur S.A.C		0.643*** (0.154)
Movil Tours S.A.		-0.060 (0.409)
constante	-1.456*** (0.044)	-1.505*** (0.270)
Número de observaciones	5,919	5,695
Log-Likelihood	-1,474	-1,149
aic	2,952	2,326
bic	2,965	2,419

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

7. Análisis de datos de panel

Mientras que el análisis de corte permite evaluar si la obligatoriedad de las RTV tiene un efecto general sobre el periodo de vigencia de las RTV, el análisis de panel busca evaluar el efecto en el primer mes de obligatoriedad de la RTV, en el segundo mes de obligatoriedad de la RTV, y así sucesivamente. De esta forma, no solamente se evalúa el efecto, sino también su persistencia a lo largo del tiempo. El panel se ha construido teniendo como individuo a la placa de rodaje y como unidad de tiempo a los meses comprendidos entre setiembre de 2007 y diciembre de 2008.

7.1 Primer modelo: ocurrencia de un accidente

La ocurrencia de un accidente se analiza mediante un simple modelo probit binomial. La variable dependiente es una variable dicotómica igual a uno si el bus de transporte interprovincial i experimenta un accidente en el periodo de análisis t , e igual a cero de otro modo. Formalmente,

$$\begin{aligned} y_{it} &= 1 && \text{si el bus } i \text{ experimenta accidente en el periodo de análisis } t. \\ &= 0 && \text{si el bus } i \text{ no experimenta accidente en el periodo de análisis } t. \end{aligned}$$

donde la variable depende de la relación subyacente siguiente:

$$\begin{aligned} y_{it} &= 1 && \text{si } rtv_i \cdot mes\ rtv_{it} \cdot \delta + x_i \beta + w_t \gamma + u_{it} > 0 \\ &= 0 && \text{si } rtv_i \cdot mes\ rtv_{it} \cdot \delta + x_i \beta + w_t \gamma + u_{it} \leq 0 \end{aligned}$$

donde rtv_i es una variable dicotómica igual a uno si el bus i tuvo la obligación de pasar la RTV, es decir, si su placa de rodaje termina en los números 3, 4, 5, 6, 7, 8 ó 9. Asimismo, $mes\ rtv_{it}$ representa un grupo de 18 variables dicotómicas: la variable $mes\ rtv\ 1_{it}$ toma el valor de uno si la observación del individuo i en el periodo t corresponde al mes de obligatoriedad de la RTV y cero de otro modo; similarmente, la variable $mes\ rtv\ 2_{it}$ toma el valor de uno si la observación corresponde al mes siguiente de la obligatoriedad de la RTV y cero de otro modo; y así sucesivamente. De este modo, el vector δ incluye dieciocho coeficientes que recogen el diferente efecto de las RTV en el mes de obligatoriedad de cada bus y en los diecisiete meses subsiguientes¹⁷. Asimismo, x_i es el mismo grupo de variables de control que fueron

¹⁷ Esta estrategia impone una estructura sobre la estimación, la cual asume que el efecto de las RTV es el mismo sobre todos los buses, pero que cambia a lo largo del tiempo.

presentadas en el análisis de corte transversal, las cuales sólo cambian con el bus, y w_t es un grupo de variables dicotómicas correspondientes a los dieciocho meses de observación. Finalmente, se incluye la perturbación $u_i \sim N(0,1)$.

El cuadro N°11 muestra dos ejemplos de la estructura de la variable explicativa principal. En primer lugar, se analiza un bus con una placa que termina en 5 ó 6. Según el cronograma establecido, este bus debió aprobar la RTV en octubre de 2007. Por ello, la interacción $rtv \cdot mes\ rtv\ 1_{it}$ es igual a uno únicamente en la observación correspondiente al mes de octubre de 2007. Asimismo, la interacción $rtv \cdot mes\ rtv\ 2_{it}$ es igual a uno únicamente en la observación correspondiente al mes siguiente de la obligatoriedad de la RTV, es decir, noviembre de 2007. En segundo lugar, se analiza un bus que tiene una placa que termina en 1 ó 2 y forma parte del grupo de control número 2. Dado que el bus no tuvo la obligatoriedad de aprobar la RTV, todas las interacciones son iguales a cero en todos los periodos.

CUADRO N°11
EJEMPLOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA VARIABLE EXPLICATIVA PRINCIPAL

Placa	Mes	Tiempo	RTV	Mes RTV	RTV x Mes RTV...															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5,6	Sep-07	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Oct-07	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Nov-07	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Dec-07	4	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Jan-08	5	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Feb-08	6	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Mar-08	7	1	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Apr-08	8	1	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	May-08	9	1	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
5,6	Jun-08	10	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
5,6	Jul-08	11	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
5,6	Aug-08	12	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
5,6	Sep-08	13	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
5,6	Oct-08	14	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
5,6	Nov-08	15	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
5,6	Dec-08	16	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
1,2 - g2	Sep-07	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Oct-07	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Nov-07	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Dec-07	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Jan-08	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Feb-08	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Mar-08	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Apr-08	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	May-08	9	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Jun-08	10	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Jul-08	11	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Aug-08	12	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Sep-08	13	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Oct-08	14	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Nov-08	15	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,2 - g2	Dec-08	16	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

La primera columna del cuadro N°12 muestra los resultados de la estimación realizada. Se puede observar que los coeficientes asociados a los dos primeros meses de aplicación de las RTV tienen signos negativos, pero no son significativos estadísticamente. Esto implica que, aún en esta versión dinámica, no resulta posible afirmar que las RTV hayan disminuido la probabilidad de ocurrencia de un accidente.

La segunda columna del cuadro N°12 muestra los resultados del modelo propuesto, pero con una corrección por efectos fijos. De esta forma se contempla la posibilidad de que un efecto inobservable asociado a cada unidad transversal (es decir, a cada bus) y constante en el tiempo afecte la probabilidad de que ocurra un accidente, y que este efecto esté relacionado con las variables asociadas a las RTV. Se prefieren efectos fijos sobre efectos aleatorios porque se cuenta con el universo de la flota y no con una muestra. Los resultados son iguales a los obtenidos sin corregir por efectos fijos.

Aunque no se presentan los resultados de las variables de control en el cuadro N°12, se extraen algunas observaciones a partir de ellos. En primer lugar, las variables temporales dicotómicas muestran que durante los meses de noviembre, diciembre y febrero la probabilidad de ocurrencia de un accidente disminuye. En segundo lugar, nuevamente las variables relacionadas con años de antigüedad son altamente significativas. Los signos obtenidos confirman que los años de antigüedad del bus incrementan la probabilidad de accidente.

CUADRO N°12
MODELO DE OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE

VARIABLES	MODELO 1	MODELO 2
RTV x mes rtv_1	-0.166 (0.322)	-0.301 (0.370)
RTV x mes rtv_2	-0.126 (0.328)	-0.292 (0.406)
RTV x mes rtv_3	0.144 (0.295)	0.029 (0.408)
RTV x mes rtv_4	0.219 (0.278)	0.050 (0.410)
RTV x mes rtv_5	0.396 (0.249)	0.198 (0.401)
RTV x mes rtv_6	-0.683* (0.387)	-0.868* (0.500)
RTV x mes rtv_7	-0.073 (0.286)	-0.261 (0.429)
RTV x mes rtv_8	0.037 (0.269)	-0.133 (0.418)
RTV x mes rtv_9	-0.209 (0.284)	-0.389 (0.430)
RTV x mes rtv_{10}	0.040 (0.264)	-0.155 (0.420)
RTV x mes rtv_{11}	0.213 (0.253)	0.003 (0.415)
RTV x mes rtv_{12}	0.242 (0.265)	0.038 (0.425)
RTV x mes rtv_{13}	0.129 (0.275)	-0.115 (0.433)
RTV x mes rtv_{14}	0.135 (0.290)	-0.081 (0.451)
RTV x mes rtv_{15}	0.003 (0.365)	-0.284 (0.516)
RTV x mes rtv_{16}	0.070 (0.425)	-0.333 (0.580)
Constante	-6.563*** (0.434)	
Efectos fijos	No	Sí
Número de observaciones	94,544	6,432
Log-Likelihood	-2,642.36	-1,122.90
aic	5,362.729	2,307.796
bic	5,731.545	2,517.637

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Se incluyeron los siguientes controles: variables dicotómicas para los meses de setiembre del 2007 hasta diciembre 2008, características del vehículo y marca.

7.2 Segundo modelo: fatalidad de un accidente

La fatalidad de los accidentes se analiza mediante un modelo probit donde la variable dependiente será uno si hubo fallecidos en el accidente del bus de transporte interprovincial i en el momento t . Se debe mencionar que el modelo incorporará una corrección por el sesgo de que el bus se vea comprometido en un accidente. Formalmente,

$$\begin{aligned} z_{it} &= 1 && \text{si hubo algún muerto en el accidente del bus } i \text{ en el periodo } t. \\ &= 0 && \text{si no hubo ningún muerto en el accidente del bus } i \text{ en el periodo } t. \end{aligned}$$

donde la variable depende de la relación subyacente siguiente:

$$\begin{aligned} z_{it} &= 1 && \text{si } rtv_i \cdot mes \cdot rtv_{it} \cdot \delta + x_i' \beta + w_t \gamma + u_{it}' > 0 \\ &= 0 && \text{si } rtv_i \cdot mes \cdot rtv_{it} \cdot \delta + x_i' \beta + w_t \gamma + u_{it}' \leq 0 \end{aligned}$$

donde x_i' es un grupo de variables de control asociadas al accidente y las demás variables tienen la misma definición descrita en el modelo anterior. Se incluye la perturbación $u_{it}' \sim N(0,1)$. La variable dependiente, sin embargo, solamente es observada si $rtv_i \cdot mes \cdot rtv_{it} \cdot \delta + x_i \beta + w_t \gamma + u_{it} > 0$

El cuadro N°13 muestra los resultados de la estimación del modelo anterior. La primera columna muestra la ecuación principal. Se observa que ninguna de las variables contempladas tiene un impacto estadísticamente significativo sobre la probabilidad de que un bus tenga un accidente que incluya un fallecido. La segunda columna muestra la ecuación de selección. Los resultados confirman los obtenidos en el modelo de accidentes.

CUADRO N°13
MODELO DE FATALIDAD DE UN ACCIDENTE, CON CORRECCIÓN DE SESGO
POR LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE – DATOS DE PANEL

VARIABLES	Muerte	Accidente
RTV x mes rtv_1	0.231 (0.356)	-0.130 (0.099)
RTV x mes rtv_2	0.217 (0.365)	-0.121 (0.098)
RTV x mes rtv_3	0.188 (0.313)	-0.009 (0.087)
RTV x mes rtv_4	0.502 (0.358)	0.039 (0.083)
RTV x mes rtv_5	0.367 (0.364)	0.149** (0.074)
RTV x mes rtv_6	0.139 (0.488)	-0.252** (0.114)
RTV x mes rtv_7	0.043 (0.310)	-0.013 (0.087)
RTV x mes rtv_8	-0.561 (0.371)	0.040 (0.083)
RTV x mes rtv_9	0.488 (0.335)	-0.011 (0.087)
RTV x mes rtv_{10}	0.212 (0.295)	0.063 (0.081)
RTV x mes rtv_{11}	0.273 (0.324)	0.104 (0.078)
RTV x mes rtv_{12}	0.043 (0.291)	0.073 (0.080)
RTV x mes rtv_{13}	-0.018 (0.289)	0.051 (0.082)
RTV x mes rtv_{14}	0.168 (0.315)	0.080 (0.085)
RTV x mes rtv_{15}	-0.199 (0.399)	0.037 (0.107)
RTV x mes rtv_{16}	0.637 (0.557)	0.167 (0.130)
Constante	1.083 (2.828)	-3.157*** (0.128)
/athrho	-0.417 (0.970)	
Número de observaciones	94,544	
Log-Likelihood	-2,929.21	
aic	5,954.423	
bic	6,408.351	

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Se incluyeron como controles las características del vehículo y la marca.

7.3 Tercer modelo: baja de los buses del parque automotor

La permanencia de los buses en el parque automotor será evaluada mediante un tercer modelo, similar al modelo de probabilidad de ocurrencia. Este modelo tendrá como variable dependiente una dicotómica igual a uno si el bus registrado en la flota inicial i deja de formar parte del parque automotor en el momento t , e igual a cero si permanece en ella.

El cuadro N°14 muestra los resultados de la estimación del modelo de baja. Se puede observar que las RTV no tienen ningún impacto sobre la probabilidad de baja, ni al principio ni al final de la aplicación de las mismas.

CUADRO N°14
MODELO DE RETIRO DE CIRCULACIÓN – DATOS DE PANEL

VARIABLES	MODELO 1
RTV x mes rtv_1	-0.068 (0.076)
RTV x mes rtv_2	-0.082 (0.077)
RTV x mes rtv_3	-0.093 (0.078)
RTV x mes rtv_4	-0.100 (0.079)
RTV x mes rtv_5	-0.103 (0.079)
RTV x mes rtv_6	-0.104 (0.079)
RTV x mes rtv_7	-0.105 (0.079)
RTV x mes rtv_8	-0.105 (0.079)
RTV x mes rtv_9	-0.104 (0.079)
RTV x mes rtv_{10}	-0.103 (0.079)
RTV x mes rtv_{11}	-0.099 (0.079)
RTV x mes rtv_{12}	-0.092 (0.079)
RTV x mes rtv_{13}	-0.086 (0.080)
RTV x mes rtv_{14}	-0.041 (0.087)
RTV x mes rtv_{15}	-0.026 (0.105)
RTV x mes rtv_{16}	-0.187 (0.150)
Constante	-3.084*** (0.159)
Número de observaciones	94,544
Log-Likelihood	-18,708
aic	37,494
bic	37,862

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Se incluyeron los siguientes controles:
 variables dicotómicas para los meses de
 setiembre del 2007 hasta diciembre del
 2008, características del vehículo y marca.

8. Recomendaciones de política

El estudio encontró que la obligatoriedad de aprobar las RTV, establecida en los años 2007 y 2008, no tuvo ningún impacto sobre la probabilidad de accidentes ni sobre su fatalidad; asimismo, la medida no fue una vía adecuada para modernizar el parque automotor. La ausencia de un efecto de las RTV, siguiendo la argumentación del acápite 2, podría ser explicada por dos razones. En primer lugar, resulta posible que los individuos no hayan tenido incentivos a obedecer la norma. Lamentablemente, las instituciones públicas consultadas (MML, MTC, SUTRAN y PNP) no disponen de la lista de buses que cumplieron con realizar la RTV, de tal modo que no resulta posible saber si el grupo de tratamiento considerado fue efectivamente sujeto de las RTV. En segundo lugar, las RTV pudieron carecer de un nivel de calidad que asegure su efectividad¹⁸.

Al respecto, se propone que las autoridades desarrollen un registro único de RTV para buses de transporte interprovincial, es decir, una base de datos de la flota vehicular que incluya las fechas en las que tuvieron obligación de realizar la RTV, las fechas en las que efectivamente se cumplió con realizar la RTV y las plantas donde se realizaron las inspecciones. Este registro único permitiría que la responsabilidad de la supervisión no se limite a los operativos que realiza la PNP en las carreteras, sino que pueda ser ejercida directamente en las empresas con mayor incumplimiento a través de visitas de inspección. Asimismo, sobre la base de información estadística, se podría analizar si alguna planta realiza deficientemente sus labores de inspección. Finalmente, la base de datos permitiría la realización de una evaluación de impacto de las RTV sobre la ocurrencia y la fatalidad de accidentes de transporte interprovincial, de tal modo que se pueda realizar un análisis costo–beneficio de la medida.

El estudio también demostró que los años de antigüedad del bus incrementan la probabilidad de accidente de manera estadísticamente significativa. Si se considera además que la flota de buses interprovinciales en Perú incluye anómalamente más vehículos fabricados en el periodo 1990-1994 que vehículos fabricados en los periodos 1995-1999 y 2000-2004 (ver acápite 5.2), se puede concluir que una causa importante de la incidencia de accidentes interprovinciales en Perú es la antigüedad de la flota.

¹⁸ A favor de esta hipótesis, medios periodísticos denunciaron que un mismo vehículo obtuvo un reporte favorable y un reporte desfavorable el mismo día en diferentes plantas, que se aceptaban pagos indebidos, etcétera.

Conviene explicar que la irregularidad en la distribución de la flota según año de fabricación fue causada por un grupo de disposiciones normativas¹⁹. En primer lugar, el Decreto Supremo N°076-91-EF de 1991 abrió la importación de vehículos usados con hasta diez años de antigüedad²⁰. Esto favoreció la importación de vehículos japoneses a los cuales se les había cambiado el timón del lado derecho al lado izquierdo en Iquique–Chile. En segundo lugar, el Decreto Legislativo 842 de agosto 1996 creó centros de exportación y transformación en Ilo, Matarani y Tacna. Esta norma permitió el ingreso masivo de vehículos usados cuyo timón ahora fue cambiado en territorio nacional. En tercer lugar, aunque el Decreto de Urgencia N°005-96 de enero de 1996 había suspendido temporalmente la importación de vehículos usados, el Decreto Legislativo N°843 la repuso a partir de noviembre de 1996, aunque esta vez los vehículos debían tener una antigüedad máxima de cinco años. Estos cambios en la dinámica de la renovación de la flota explican la presencia de un contingente importante de buses antiguos. Si consideramos la significancia estadística de los años de antigüedad sobre la ocurrencia de accidentes, se entiende el alto número de accidentes en Perú.

Dada la significancia de la antigüedad de la flota sobre la probabilidad de ocurrencia de un siniestro, conviene que las autoridades evalúen el establecimiento de límites sobre el año de fabricación de los buses de transporte interprovincial. Al respecto cabe señalar que actualmente existe un Programa de Renovación del Parque Automotor²¹ que tiene como fin promover la incorporación de vehículos nuevos, mediante el chatarreo de vehículos de la categoría M1 de encendido por compresión y por chispa; sin embargo, sólo las personas con un vehículo con más de quince años –y cumpliendo otro requisitos- podrán acogerse voluntariamente a este programa. Por tanto, resulta conveniente que las autoridades establezcan límites sobre el año de fabricación de los buses sobre la base de un cronograma que aumente su rigurosidad a través del tiempo. Aunque habría que analizar el impacto de la medida en los precios de los pasajes, la gravedad del problema amerita una evaluación. En cualquier caso, las medidas orientadas a promover la renovación de la flota de buses interprovinciales parecen más efectivas reduciendo los accidentes que la obligatoriedad de realizar RTV.

¹⁹ Chía y Huamaní (2010) presentan una detallada descripción de la evolución del marco normativo.

²⁰ Más aún, el Decreto Legislativo N°267 estableció que los importadores de estos vehículos tenían derecho a ser avalados financieramente con recursos del Fondo Financiero de Transporte Terrestre.

²¹ El programa fue creado a través del Decreto Supremo N° 023-2011-MTC.

9. Conclusiones

El objetivo del presente proyecto es evaluar econométricamente si la obligatoriedad de las RTV, establecidas en Perú en el año 2007 y 2008, disminuyó la ocurrencia y la fatalidad de accidentes de transporte interprovincial. La estrategia econométrica se basa en la existencia de un grupo de tratamiento y un grupo de control, generada por la interrupción del cronograma establecido por el marco normativo según el último dígito de la placa.

A pesar de que se buscó un efecto exhaustivamente a través de diferentes especificaciones y mediante una estrategia de corte transversal y otra de datos de panel, no se encontró evidencia de que el establecimiento de la obligatoriedad de aprobar las RTV haya tenido un efecto sobre la probabilidad de que ocurra un accidente o su fatalidad. Tampoco se encontró un efecto sobre la probabilidad de que un bus sea retirado del parque automotor.

Ahora bien, el trabajo econométrico permitió identificar dos determinantes importantes de accidentes de buses de transporte interprovincial. En primer lugar, la antigüedad de un bus determina una mayor probabilidad de que tenga un accidente. En segundo lugar, los buses de las tres marcas predominantes en el mercado peruano tienen una menor probabilidad de accidente, especialmente en el caso de la marca Volvo. Ambos efectos fueron estadísticamente significativos en todas las especificaciones y las estrategias utilizadas.

A partir de la investigación realizada es posible determinar algunas recomendaciones de política. En primer lugar, se propone que las autoridades desarrollen un registro único de RTV para buses de transporte interprovincial que permitiría que la responsabilidad de la supervisión no se limite a los operativos realizados por la PNP, así como también permitiría realizar una evaluación de impacto de las RTV. En segundo lugar, conviene que las autoridades evalúen el establecimiento de límites sobre el año de fabricación sobre la base de un cronograma que aumente su rigurosidad a través del tiempo aunque habría que analizar el impacto de esta medida sobre los precios de los pasajes. Cabe señalar que ya existe un programa de Renovación del Parque Automotor, sin embargo éste es de carácter opcional. En cualquier caso, las medidas orientadas a promover la renovación de la flota de buses interprovinciales parecen más efectivas reduciendo los accidentes que la obligatoriedad de realizar RTV.

Una tarea pendiente de la presente investigación es complementar el análisis del efecto de la obligatoriedad de las RTV establecida en los años 2007 y 2008 con un análisis del efecto de las RTV. Para ello, resulta imprescindible contar con una relación de los buses que cumplieron con aprobar las RTV, la fecha correspondiente y el centro de revisión.

9. Anexos

ANEXO N°1: EFECTOS MARGINALES DEL MODELO DE OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE – CORTE TRANSVERSAL

VARIABLES	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
RTV	0.001 (0.065)	0.001 (0.004)	0.003 (0.008)	-0.005 (0.012)
Características del vehículo				
Años de antigüedad		0.002*** (0.001)	0.003* (0.001)	0.002*** (0.001)
Años de antigüedad ^2		-0.0001*** (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000*** (0.000)
Número de asientos		0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
Número de ejes		0.000 (0.004)	0.000 (0.004)	0.000 (0.004)
Marca del vehículo				
Mercedes Benz		-0.009 (0.006)	-0.009 (0.006)	-0.012 (0.010)
Scania		-0.008 (0.006)	-0.008 (0.006)	-0.010 (0.010)
Volvo		-0.013** (0.006)	-0.013** (0.006)	-0.020** (0.009)
Empresas de transporte				
Flores Hermanos S.R.L.		0.015 (0.010)	0.015 (0.010)	0.015 (0.010)
Transportes Linea S.A.		-0.016** (0.007)	-0.016** (0.007)	-0.016** (0.007)
Turismo CIVA S.A.C		0.002 (0.012)	0.002 (0.012)	0.002 (0.012)
Cruz del Sur S.A.C		0.005 (0.014)	0.005 (0.014)	0.004 (0.014)
SOYUZ S.A.		-0.008 (0.011)	-0.008 (0.011)	-0.008 (0.011)
Peru Bus S.A.		0.010 (0.017)	0.010 (0.017)	0.010 (0.017)
Movil Tours S.A.		0.008 (0.017)	0.009 (0.018)	0.008 (0.017)
Interacciones				
RTV x antigüedad			-0.000 (0.002)	
RTV x antigüedad^2			0.000 (0.000)	
RTV x Mercedes Benz				0.004 (0.015)
RTV x Scania				0.004 (0.015)
RTV x Volvo				0.015 (0.019)

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ANEXO N°2: EFECTOS MARGINALES DEL MODELO RETIRO DE CIRCULACIÓN – CORTE TRANSVERSAL

VARIABLES	MODELO 1	MODELO 2
RTV	-0.006 (0.085)	-0.003*** (0.004)
Características del vehículo		
Años de antigüedad		0.009*** (0.001)
Años de antigüedad ^2		-0.000*** (0.000)
Número de asientos		-0.001*** (0.000)
Número de ejes		-0.004 (0.004)
Marca del vehículo		
Mercedes Benz		-0.016*** (0.006)
Scania		-0.025*** (0.005)
Volvo		-0.018*** (0.005)
Empresas de transporte		
Flores Hermanos S.R.L.		-0.018*** (0.006)
Transportes Linea S.A.		-0.010 (0.010)
Turismo CIVA S.A.C		-0.007 (0.011)
Cruz del Sur S.A.C		0.071*** (0.026)
Movil Tours S.A.		-0.004 (0.023)

Notas: Los errores estándar están en paréntesis.
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

10. Bibliografía

Cuánto. Perú en Números 2009. 2010

Chía, L. y Huamaní, S. "Accidentes de tránsito en el Perú: ¿casualidad o causalidad? Una aplicación de los modelos de cointegración y elección discreta.". Cuadernos de Infraestructura e Inclusión Social. Año I-Nº3. 2010.

Fowles, R. y Peter D. Loeb. "Effects of Policy-Related Variables on Traffic Fatalities: An Extreme Bounds Analysis Using Time-Series Data". Southern Economic Journal, Vol. 62, 1995

Garbacz, C. and J.G. Kelly. "Automobile safety inspection: new econometric and benefit/cost estimates". Applied Economics, Vol. 19, 1987, pp.763-771

Garbacz, C. "How effective es automobile safety regulation?" Applied Economics, Vol. 22, 1990, pp. 1705-1714

Leigh, J. P. "Non-Random Assignment, Vehicle Safety Inspection Laws and Highway Fatalities". Public Choice Vol. 78, No. 3/4 (1994), pp. 373-387

Loeb, P. and B. Gilad. "The Efficacy and Cost-Effectiveness of Motor Vehicle Inspection. A State Specific Analysis using Time Series Data". Journal of Transport, Economics and Policy, Vol. 18, No. 2, 1984, pp. 145.

Loeb, P. "The Efficacy and Cost Effectiveness of Motor Vehicle Inspection Using Cross-Sectional Data: An Econometric Analysis". Southern Economic Journal, Vol. 52, No. 2, 1985, pp. 500-509

Loeb, P. "The Determinants of Automobile Fatalities: With Special Consideration to Policy Variables". Journal of Transport, Economics and Policy, Vol. 21, No. 3, 1987, Page 279.

Loeb, P. "Automobile safety inspection: further econometric evidence". Applied Economics, Vol. 22, 1990, pp.1697-1704

Merrell, D., M. Poitras and D. Sutter. "The Effectiveness of Vehicle Safety Inspections: An Analysis Using Panel Data". *Southern Economic Journal* Vol. 65, No. 3 (1999), pp. 571-583

OMS. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: es hora de pasar a la acción. 2010

Poitras, M. and D. Sutter. "Policy Ineffectiveness or Offsetting Behavior? An Analysis of Vehicle Safety Inspections". *Southern Economic Journal* Vol. 68, No. 4 (2002), pp. 922-934

Sutter, D. and M. Poitras. "The Political Economy of Automobile Safety Inspections". *Public Choice*. Vol. 113, No. 3/4 (2002), pp. 367-387