UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

MODELO ECONOMÉTRICO PARA LA DEMANDA DE VEHÍCULOS LIVIANOS Y MEDIANOS EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

FRANCO SIMÓN SOTO CASTILLO

PROFESOR GUÍA

PEDRO FERNANDEZ DE LA REGUERA BASTIDAS

PROFESOR CORREFEERENTE

VICTOR ALBORNOZ SANHUEZA

ÍNDICE

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 4
2. OBJETIVOS 6
   2.1 Objetivo General 6
   2.2 Objetivos Específicos 6
3. MARCO TEÓRICO 7
   3.1 Transporte Público 7
      3.1.1 Causas del uso del transporte público 10
   3.2 Transporte Privado 11
      3.2.1 Mercado Automotor 11
      3.2.2 Demanda y precios de vehículos livianos y medianos 13
      3.2.3 Causas del uso del transporte privado 17
      3.2.4 Casos de estudio 20
      3.2.5 Consecuencias del aumento del parque automotriz 21
   3.3 Condiciones de las vías en Chile 22
   3.4 Marco legal 25
      3.4.1 Ley 18.290 25
      3.4.2 Ley 18.483 26
      3.4.3 Ley 18.502 26
      3.4.4 Ley 18.696 26
      3.4.5 Ley 19.593 27
      3.4.6 Ley 20.206 27
      3.4.7 Ley 20.378 27
      3.4.8 Ley 20.780 27
      3.4.9 Decreto 211/1991 y Decreto 54/1994 28
      3.4.10 Decreto 16/1998 28
      3.4.11 Resumen 29
   3.5 Estudios complementarios 30
   3.6 Conclusiones Marco Teórico 32
4. METODOLOGÍA 33
   4.1 Restricciones legales 33
   4.2 Análisis variable respuesta 33
   4.3 Modelos econométricos a estimar 36

4.4 Variables modelo econométrico 37
4.5 Análisis previos y posteriores a la estimación 39
5. RESULTADOS 42
5.1 Modelo econométrico tradicional 42
5.1.1 Análisis previo 42
5.1.2 Estimación del modelo 43
5.1.3 Análisis posterior 46
5.1.4 Conclusiones 49
5.2 Modelo econométrico de incrementos 50
5.2.1 Análisis previo 50
5.2.2 Estimación del modelo 51
5.2.3 Análisis posterior 54
5.2.4 Conclusiones 56
6. CONCLUSIONES FINALES 57
7. REFERENCIAS 61
ANEXOS 66
A. Principales modificaciones de leyes y decretos que han impactado al transporte en Chile 66
B. Gráficos y tablas modelo econométrico tradicional 73
C. Gráficos y tablas modelo econométrico de incrementos 86

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La historia reciente del transporte público en Chile se puede dividir en tres periodos (Díaz, Gómez-Lobo y Velasco, 2004). Los dos primeros periodos se caracterizaron por la gran cantidad de buses recorriendo la ciudad y el inexistente control en los recorridos, tarifas y contaminación de dichos buses. En consecuencia, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile aplicó la ley N°19.011 (1990), la cual modifica el Artículo 3° de la ley N°18.696 determinando una licitación pública para el mercado del transporte de pasajeros. Finalmente, el 16 de octubre de 1992 se inició el nuevo sistema de micros denominado Nuevo Sistema Licitado de Locomoción Colectiva.

Este sistema estuvo operando hasta el 10 de febrero de 2007, al ser cambiado por un nuevo sistema de micros llamado Transantiago. Sin embargo, este nuevo sistema se ha puesto en duda durante muchos años por parte de los usuarios y las mismas autoridades. La creación del Transantiago prometía cambios, pero los resultados no han sido los esperados. Hasta el día de hoy el servicio no ha dado los frutos esperados, la evaluación del sistema no ha conseguido superar la nota de 4,5 de evaluación (Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2019). Estos problemas también han afectado al transporte público de las otras regiones del país, donde históricamente no se le ha dado la suficiente prioridad y recién en la actualidad se prevé la incorporación de 300 buses nuevos en regiones en los próximos dos años (La Nación, 2019) tratando de mejorar el actual sistema. La percepción del cliente respecto al transporte público no es alentadora, teniendo una satisfacción negativa especialmente en la Región Metropolitana, Los Lagos y Aysén (Nomine Populi, 2017). Con estos antecedentes queda en evidencia que existe un problema histórico con el transporte público, infiriéndose como consecuencia un mayor incentivo para utilizar el transporte privado.

Se puede hablar de muchas causas que originan estos problemas, como incentivos equivocados, exceso de transbordos, deterioro en frecuencias, regularidad y velocidad, caída en demanda y aumento de los costos, evasión, poder de mercado de las empresas y elementos operativos. Sin embargo, el incentivo para utilizar el transporte privado puede generarse por otros factores adicionales a la problemática ya mencionada. Existen hitos y restricciones que han impactado en todo el rubro del transporte del país, afectando el uso del transporte público y privado. Una de estas restricciones es la ley N° 18.290 (1984), más conocida como Ley del Tránsito, la cual genera un gran impacto a nivel nacional. Entre otras restricciones aplicadas se pueden encontrar los impuestos y normas ambientales relacionadas con el transporte en Chile, además de otros hitos como la irrupción de aplicaciones para transporte particular tales como Uber y Cabify, y los nuevos buses eléctricos que buscan reemplazar a los actuales del Transantiago. Todos estos factores también han podido afectar a la apreciación del transporte público en el país, lo cual infiere una mayor preferencia al uso del transporte privado.

El año 2018 cerró con un récord de ventas en el mercado automotor de 417.038 unidades y un crecimiento de 15,6% con respecto al año anterior. (Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2019), mientras el número de vehículos en circulación en Chile fue de 5.498.895 con un aumento de un 5,9% respectivamente (Instituto Nacional de Estadísticas, 2019), lo cual sostiene la preferencia por el transporte privado. Este aumento de vehículos en el parque automotor implica que las vías de circulación cada vez se encuentran más ocupadas, lo cual puede traer consecuencias negativas, tales como aumento del tráfico vehicular, impacto en la salud mental de los conductores, deterioro en las vías de circulación etc…

A pesar de que la relación en la preferencia del transporte público y privado sea lógica, pueden existir otros factores determinantes para este último sistema. El transporte privado traducido en los vehículos, es un bien, el cual está sometido a las leyes de oferta y demanda, por lo cual factores como precios, ingresos y bienes relacionados pueden impactar de una forma más significativa que el mismo transporte público.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar los factores económicos que incentivan a la población chilena en su elección de usar el transporte privado en Chile en vez de usar medios públicos para sus desplazamientos habituales.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar de qué forma han impactado las principales leyes, normas, reglamentos y restricciones al uso del transporte público y privado en Chile a corto y largo plazo.

Identificar si el comportamiento de la población chilena que adquiere vehículos nuevos se rige según la ley de la demanda.

Analizar la serie de tiempo del comportamiento histórico de las ventas de vehículos nuevos en Chile.

Determinar la existencia de una relación directa entre la calidad del transporte público chileno y la compra de vehículos livianos en Chile.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Transporte Público

Los principales datos estadísticos a estudiar del transporte público están relacionados con el número de usuarios del sistema, transacciones y tarifas.

En el último Informe de Gestión elaborado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (2019), se puede presenciar el comportamiento de las tarifas y la demanda del Transantiago desde el año 2012 hasta el 2018.

Respecto a las tarifas se recopilaron adicionalmente los precios para el metro en todos sus horarios y los precios para los estudiantes de educación media y superior.

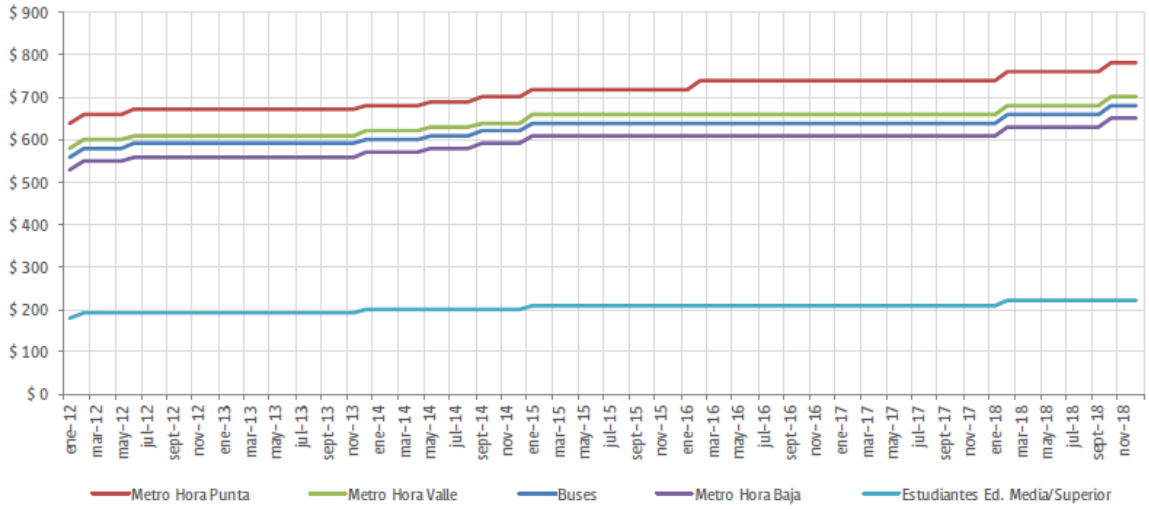

Figura 1: Evolución de los precios del pasaje en el transporte público de Santiago.

(Fuente: Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2019)

Se puede observar que, durante el 2018, el pasaje de adulto para el Transantiago presentó dos alzas de $20 en febrero y octubre, las cuales según el Directorio de Transporte Público Metropolitano (2019), se deben principalmente al aumento general de tarifas ocasionado por el aumento del precio del petróleo (afecta exclusivamente a los

buses), del IPC y del dólar observado, por el funcionamiento de la Línea 6 del metro y por el impacto de los Contratos de Concesión de Uso de Vías.

Para estimar el número de usuarios que utiliza el transporte público en Santiago, el Directorio de Transporte Público Metropolitano (2019), se basó en la cantidad de tarjetas Bip! utilizadas mensualmente en todo el sistema abarcado por buses y metro. La Figura 2 presenta la evolución de dicha demanda desde el año 2012 hasta el 2018.

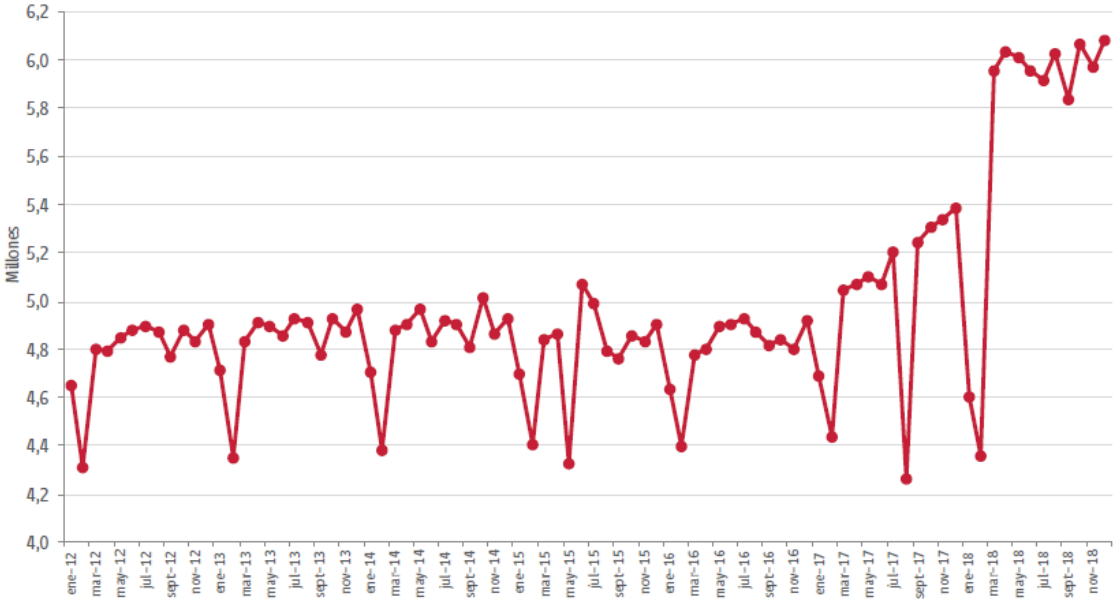

Figura 2: Número de usuarios mensuales que utilizan el sistema de transporte público en Santiago.

(Fuente: Directorio de Transporte Público Metropolitano 2019).

Se puede observar que el año 2018 experimentó un gran aumento en la demanda de usuarios, alcanzando aproximadamente los 5,7 millones de personas al mes que utilizan el transporte público en Santiago.

Respecto al bajo número de usuarios durante los meses de enero y febrero, se deben al periodo de vacaciones de verano, por lo que se espera un alza en el número de usuarios del transporte público de otras regiones de Chile, datos que no se encuentran disponibles.

Una transacción en el sistema ocurre cada vez que un usuario acerca su tarjeta Bip! al respectivo validador, el conocimiento de esta información es importante para determinar cuántas veces se está dispuesto a pagar por el servicio de transporte público. El Directorio de Transporte Público Metropolitano (2019) ha recopilado la información de las transacciones clasificándolas según el tipo de transporte: Bus, Metro y Metrotren NOS.

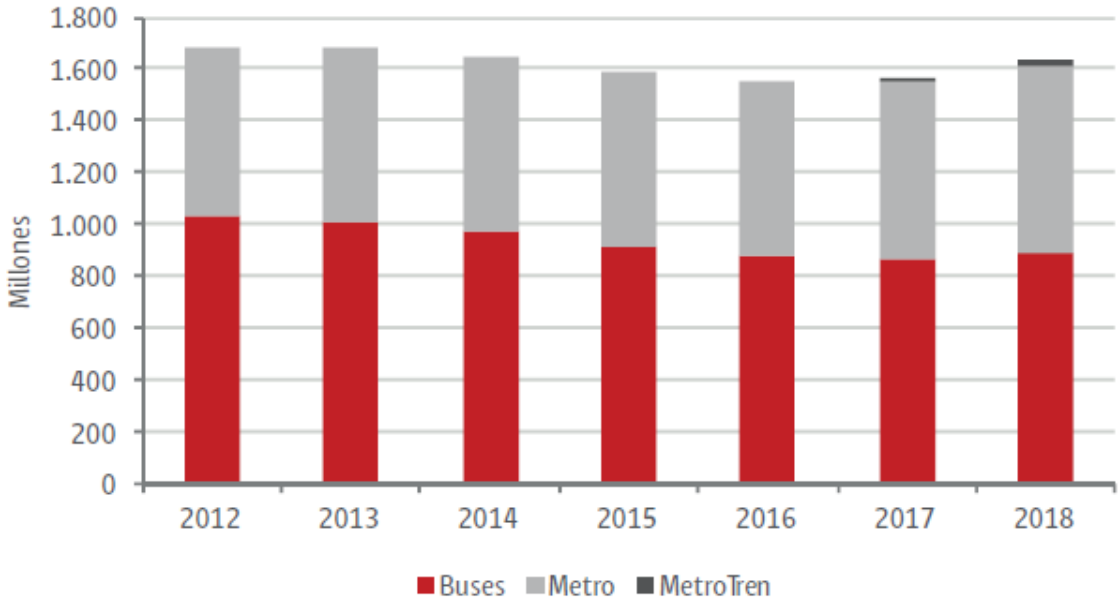

Figura 3: Transacciones anuales en el sistema de transporte público metropolitano.

(Fuente: Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2019).

Se puede observar un aumento en las transacciones hechas en el Metro, principalmente debido a la adición de nuevos recorridos, mientras que en los buses estas

transacciones han disminuido en el tiempo, con valores que descienden las mil millones de transacciones.

3.1.1 Causas del uso del transporte público

Para determinar las causas que determinan el uso del sistema de transporte público en Chile, se puede nombrar el estudio hecho por Cavada (2014), en el cual se estiman modelos econométricos para las transacciones realizadas en el transporte público. El modelo presentado para los buses fue el siguiente:

$$Y = 17{,}51 - 10{,}72 * \delta_e - 23{,}94 * \delta_f - 3{,}99 * \delta_j + 0{,}02 * LRB + 1{,}54 * DL$$

$$+1{,}32 * FREC - 0{,}07 * Tar - 4{,}22 * \delta_{mm} + 2{,}46 * \delta_{ml}$$

Donde:

Y = Transacciones realizadas en buses

LRB = Longitud Red Bus (km)

DL = Días Laborales

$FREC$ = Frecuencia (buses servicio sentido / hora)

Tar = Tarifa (pesos)

$\delta_e = \begin{cases} 1 \; si\ mes\ es\ enero \\ 0 \; \sim \end{cases}$

$\delta_f = \begin{cases} 1 \; si\ mes\ es\ febrero \\ 0 \; \sim \end{cases}$

$\delta_j = \begin{cases} 1 \; si\ mes\ es\ junio \\ 0 \; \sim \end{cases}$

$\delta_{mm} = \begin{cases} 1 \; si\ mes\ es\ mes\ movilizado \\ 0 \; \sim \end{cases}$

$\delta_{ml} = \begin{cases} 1 \; si\ mes\ es\ mes\ largo \\ 0 \; \sim \end{cases}$

La variable dicotómica para indicar si el mes es movilizado se utilizó para el periodo de julio a octubre de 2011, donde por el movimiento estudiantil, varias instituciones estuvieron tomadas, afectando de esta forma el uso del transporte público. Por otro lado, la variable dicotómica para indicar si el mes es largo, hace referencia a los meses con 31 días, los cuales presentan una mayor demanda en el sistema de transporte público.

Un dato de vital importancia en esta investigación es que se consideró inicialmente como variable explicativa el uso del transporte privado, mediante el parque automotriz, sin embargo, no fue significativa para el modelo, teniendo como conclusión de este estudio que el uso del transporte privado no repercute en el uso que se le da al transporte público en Chile.

3.2 Transporte Privado

El desincentivo del transporte público ha generado un mayor uso del transporte privado, mediante la comercialización de vehículos motorizados, siendo el mercado automotor el principal protagonista.

3.2.1 Mercado Automotor

El mercado automotor chileno se define como el conjunto de personas y/o entidades dispuestas a adquirir vehículos motorizados para fines personales. Los usuarios de dichos vehículos deben poseer su respectiva licencia de conducir que los autorice para darles su respectivo uso.

Los vehículos motorizados en Chile se clasifican según su peso bruto en vehículos livianos, vehículos medianos y vehículos pesados.

Los vehículos livianos son todos aquellos vehículos con un peso bruto menor a 2.700 kg. excluidos los de tres o menos ruedas (Decreto 211, 1991), mientras que los vehículos

medianos corresponden a vehículos motorizados destinados al transporte o carga, por calles y caminos, que tienen un peso bruto vehicular igual o superior a 2.700 kg. e inferior a 3.600 kg. (Decreto 54, 1994).

Dentro de los vehículos livianos y medianos la Asociación Nacional Automotriz de Chile (2012) reconoce los siguientes segmentos:

1. **Pasajeros:** Automóviles destinados para el transporte de personas. Estos vehículos también poseen subsegmentos tales como Citycar, Hatchback, Sedán, Station Wagon, Coupé, Cabriolé y Mini Van.
2. **SUV (Vehículo utilitario deportivo):** Vehículos todoterreno destinados para el transporte de personas, contienen dos volúmenes, con 3 o 5 puertas si se considera el portalón trasero.
3. **Camionetas:** Vehículos destinados para el transporte de carga, poseen una cabina con dos o cuatro puertas y una caja de carga separada de la cabina.
4. **Comerciales:** Vehículos destinados para el transporte de carga o derivados. Estos vehículos también poseen subsegmentos tales como Furgón, Minibus y Minitrucks.

Los vehículos pesados corresponden a aquellos vehículos motorizados destinados al transporte o carga, por calles y caminos, y que tienen un peso bruto vehicular igual o superior a 3.600 kg. (Decreto 55, 1995).

Dentro de los vehículos pesados la Asociación Nacional Automotriz de Chile (2012) reconoce los siguientes segmentos:

1. **Camiones:** Vehículos destinados para transporte de carga pesada y mercancía. Estos vehículos también poseen subsegmentos como cargo, tracto, tolva, furgón, forestal y mixer.
2. **Buses:** Vehículos destinados para el transporte de una gran cantidad de pasajeros. Estos vehículos también poseen subsegmentos como minibús pesado, taxibús, bus interprovincial, urbano transantiago, bus media distancia y bus larga distancia.

3.2.2 Demanda y precios de vehículos livianos y medianos

La Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G (2017) efectuó un análisis de las ventas de vehículos livianos y medianos abarcando un periodo desde el año 2006 hasta el año 2016, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

La venta en unidades de vehículos livianos y medianos ascendió en un 60% en los años de estudio, mientras que en pesos reales (año 2016) el incremento ha sido de un 75%. Dichas estadísticas se pueden apreciar de mejor forma en la Figura 4.

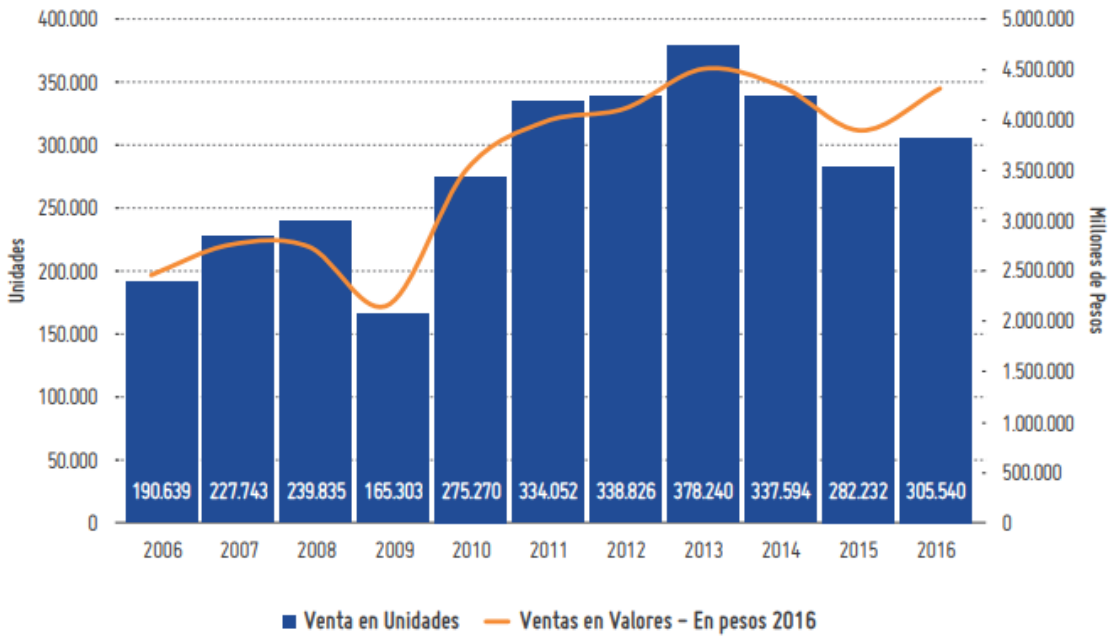

Figura 4: Ventas en unidades y en pesos (2016) de vehículos livianos y medianos.

(Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2017)

En las ventas por subsegmentos se puede destacar el incremento en un 14% de la venta de vehículos SUV y la disminución en un 14% de la venta de vehículos para pasajeros para los años de estudio, lo cual se puede observar con claridad en la Figura 5.

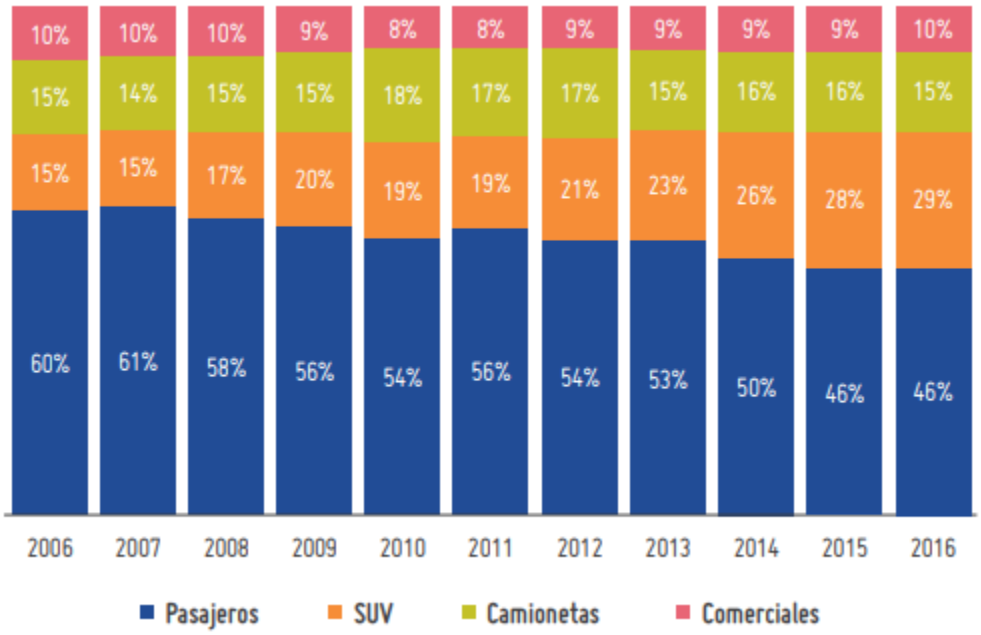

Figura 5: Participación de mercado por segmentos de vehículos livianos y medianos.

(Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2017)

Este cambio se ha generado principalmente por el incremento de los modelos y versiones de los vehículos SUV, por lo cual los consumidores le han dado una mayor preferencia a este segmento de vehículo en reemplazo de los vehículos de pasajeros.

Con respecto a los precios referenciales de los segmentos de vehículos livianos y medianos, el precio referencial de los SUV presentó una disminución en el tiempo de estudio debido a la incorporación de nuevas marcas y modelos, mientras que los vehículos comerciales representaron un aumento en su precio referencial en un 12% y las camionetas presentaron un aumento de un 16%.

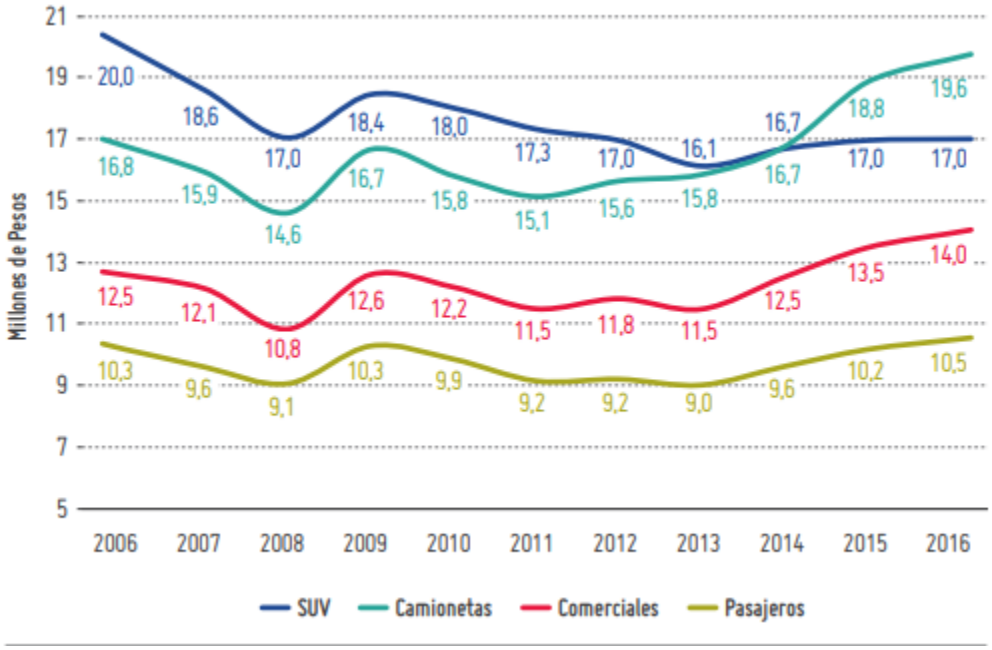

Figura 6: Precios referenciales para los segmentos del mercado de vehículos livianos y medianos. Precios en millones de pesos (2016).

(Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2017)

La Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G (2019) indicó que para fines del año 2018 la venta de vehículos livianos ascendió a un total de 417.038 unidades, lo cual corresponde a un crecimiento de 15,6% con respecto al año anterior. Dentro de sus segmentos se observó un crecimiento respecto al año anterior de un 8,2% en Pasajeros, un 27,1% en SUV, un 13,9% en Camionetas y un 11,1% en Comerciales.

A partir de los datos brindados se puede concluir que el tamaño del parque automotriz en Chile ha crecido con el transcurso del tiempo en el segmento de vehículos livianos y medianos, mientras que el subsegmento que más ha crecido ha sido el de los vehículos SUV, debido principalmente a un aumento de oferta mediante nuevas marcas y modelos.

3.2.3 Causas del uso del transporte privado

A pesar de que el desincentivo por el uso del transporte público sea uno de los responsables por el aumento del uso del transporte privado, también existen otros factores que pueden incidir en esta preferencia.

Según la Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G. (2019) los resultados del alza en las ventas de vehículos nuevos son producto de:

1. El buen desempeño de la economía.
2. La variada oferta crediticia, especialmente de aquellos enfocados al sector automotriz.
3. Las estrategias comerciales de las marcas presentes en el país y la cantidad de modelos y versiones que se han ofrecido a lo largo del año.

En los últimos 30 años el PIB per cápita de Chile se multiplicó por 5 y es actualmente el mayor de Sudamérica (La Tercera, 05/10/2018), lo cual indica la capacidad económica del país que puede incentivar a adquirir más vehículos para su uso privado. Con respecto al crédito, en Chile además de poder adquirir un vehículo con un crédito de consumo, puede acceder a un crédito automotriz exclusivo para estas acciones, lo cual incentiva a los usuarios a adquirir vehículos mediante estos créditos.

Si bien es cierto que el PIB y preferentemente el PIB per capita pueden ser utilizados como indicadores de los ingresos por persona, no consideran su distribución. En Chile, para observar la distribución de los ingresos se divide a la población por deciles mediante la Encuesta Suplementaria de Ingresos elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas.

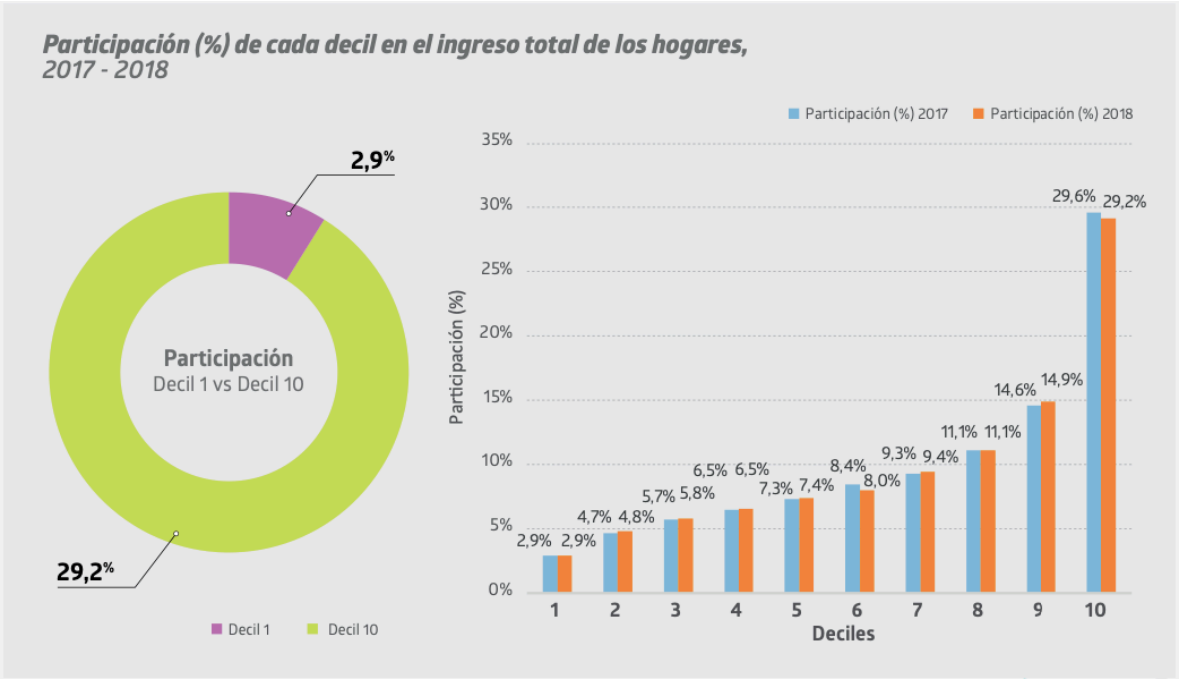

Figura 7: Distribución de ingresos en Chile por decil, años 2017 y 2018.

(Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas)

Según la Figura 7, el Instituto Nacional de Estadísticas (2019) indica que un 40% de los ingresos del país son percibidos por los dos últimos deciles, lo cual indica que es necesario hacer esta desagregación para que el ingreso como indicador sea confiable y se pueda identificar a la población objetivo que usa el transporte privado mediante la compra de vehículos.

Con respecto a la cantidad de modelos ofrecidos, un factor que ocasiona el aumento de dicha cantidad ofrecida son los vehículos de origen chino, los cuales comenzaron a llegar hace más de 10 años al país.

Además de los datos expuestos es importante considerar los factores que provocan un cambio en la demanda según la teoría económica (Parkin y Loria, 2010).

Precio del bien: En este caso corresponde al precio de mercado de los vehículos, el cual se actualiza cada año y se ve afectado por la inflación en Chile.

Precios de bienes relacionados: Los vehículos poseen bienes sutitutos y complementarios cuyos precios pueden afectar a su demanda. Las motos, bicicletas y principalmente el transporte público son los principales sustitutos de los vehículos que constituyen el transporte privado. Por parte de los bienes complementarios el más importante es la gasolina, el cual su precio es muy relevante, no sólo por sus alzas dependientes del precio internacional, sino también por el impuesto específico a las gasolinas, que aumenta su precio en un 56% a favor del estado[1].

Ingreso: La mejor forma de medir el ingreso es con el salario medio, el cual refleja el poder adquisitivo de la población chilena. Los vehículos puden considerarse como un bien normal, es decir que su demanda se incrementa conforme el ingreso aumenta.

[1] El impuesto específico a la gasolina es de un 39,6% del valor final de venta de la gasolina de 93 octanos, y un 12,3% del valor final del petróleo diesel; es decir, después del precio del producto más su IVA. (Nicolás García Bernal, asesoría técnica parlamentaria, octubre de 2018. N° SUP: 117975).

3.2.4 Casos de estudio

Aguilera et al (2016) determinaron un modelo econométrico para estimar la demanda de vehículos livianos y medianos en Chile, siendo esta la variable dependiente medida en unidades y usando las siguientes variables independientes:

1. Tasa política monetaria (TPM, %)
2. Inflación (%)
3. Índice de actividad económica (IMACEC, base promedio 2008=100)
4. Tasa de desempleo (t desempleo, %)
5. Precio promedio de motos (PPM, CLP)
6. Precio barril de petróleo (PBP, USD$)
7. Dólar observado (USD$)

Al estimar el modelo mediante mínimos cuadrados ordinarios y haciendo los análisis estadísticos pertinentes se obtuvo el siguiente modelo:

$$Y = 78876{,}783 + 123{,}776 * IMACEC - 6271{,}116 * t\ desempleo - 259{,}194 * PBP$$

Con un coeficiente de determinación de un 48% (o sea una correlación múltiple de un 70% que, en algún caso, podría ser poco satisfactoria). Este modelo indica que el incremento de la actividad económica de Chile en compra y ventas incide en el aumento de la demanda de vehículos, un menor empleo genera menos dinero para consumo consiguiendo que la venta de vehículos disminuya y que el precio del petróleo influye significativamente en la decisión de comprar un vehículo, por lo cual, si aumenta el precio, disminuirá la venta de vehículos. Mientras que el coeficiente de determinación indica que existen otros factores sociales que pueden afectar a la venta de vehículos y

que no se consideraron en el trabajo, como podría ser la valoración del transporte público.

3.2.5 Consecuencias del aumento del parque automotriz

En Chile, además del crecimiento de ventas de vehículos nuevos, se observó un crecimiento en un 20,46% del parque automotriz en los últimos 4 años, es decir en los vehículos motorizados que se encuentran en circulación (Instituto Nacional de Estadísticas, 2019).

Un aumento en el parque automotriz implica a su vez un aumento en los vehículos que se encuentran circulando en las vías de Chile, a consecuencia de esto las vías se encuentran cada vez más ocupadas generando una posible congestión del tránsito

Bull (2003), identificó las principales causas de la congestión vehicular en Chile y Latinoamérica, siendo ellas: las características del sistema de transporte urbano que facilitan dicha congestión, la cantidad excesiva de vehículos circulando en las vías, las condiciones de las vías de transporte y algunas prácticas de conducción y una poca regulación por parte de las autoridades. También cabe mencionar la popularidad de los automóviles, siendo influenciada por aumentos en sus importaciones y por el efecto del ingreso familiar a la hora de adquirir más automóviles.

Estos datos coinciden con la situación actual de Chile, con el alza de las ventas y ocupación de vehículos en las vías urbanas. Y también, se puede evidenciar como ha afectado la salud mental de los conductores. El 89% de los conductores en Chile reconoció conducir bajo algún grado de estrés en Santiago, mientras que el 81% reveló haber sufrido algún altercado con otros automovilistas (Alberto Escobar, Gerente de

asuntos públicos de Automóvil Club de Chile, comunicación personal, 26 de mayo, 2019)[2].

Como consecuencias de la congestión Bull (2003), menciona la contaminación ambiental e impactos en el transporte público, reduciendo su eficiencia y aumentando las tarifas de dicho transporte, situación observada en el sistema de transporte público que opera actualmente en Chile.

3.3 Condiciones de las vías en Chile

Si bien el aumento del parque automotriz ha originado una mayor congestión del tránsito teniendo como consecuencia estados de estrés para los conductores, podrían existir otros factores que también inciden en estos aspectos, como lo puede ser las condiciones de las vías en Chile.

El Decreto N°47 (1992) define las siguientes clasificaciones para las vías urbanas de uso público intercomunales y comunales destinadas a la circulación vehicular: Expresa, troncal, colectora, de servicio y local. Cada vía tiene asignada un ancho estándar mínimo para sus calzadas pavimentadas.

- Vía expresa: 21 metros. (Dos calzadas con tres pistas cada una).
- Vía troncal: 14 metros. (Una calzada con cuatro pistas).
- Vía colectora: 14 metros. (Una calzada con cuatro pistas).
- Vía de servicio: 7 metros. (Una calzada con dos pistas).
- Vía local: 7 metros. (Una calzada con dos pistas).

[2] Datos obtenidos mediante una encuesta realizada a los conductores chilenos por el Automóvil Club de Chile en conjunto con Conaset para establecer el "Perfil del conductor chileno" en 2019.

Mediante estos datos se puede inferir que el ancho mínimo para una pista donde debe circular un vehículo es de 3,5 metros para Chile.

Diversos estudios han investigado la influencia del ancho de la pista de circulación en la congestión y seguridad al conducir. Ranjan y Welle (2016) recopilaron los anchos de pista en diferentes ciudades grandes con sus ratios de accidentes fatales de tránsito obteniendo los siguientes resultados:

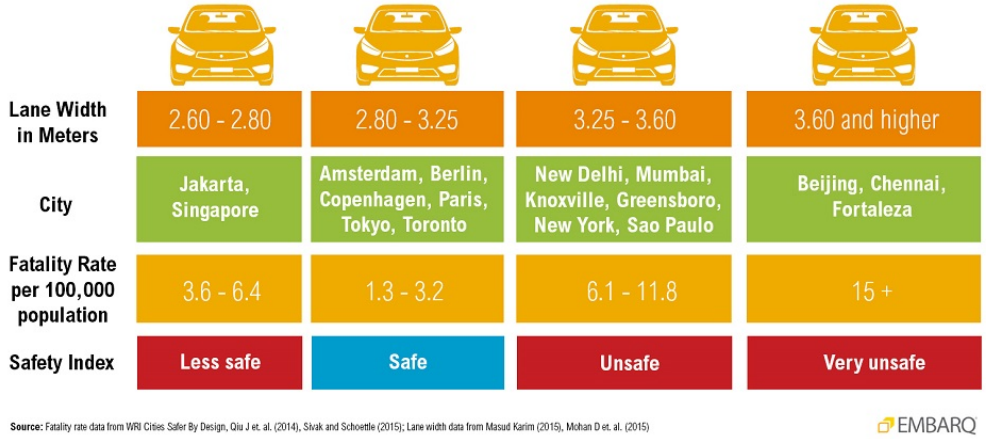

Figura 8: Comparación entre anchos de pistas de diversas ciudades con sus ratios de accidentes fatales de tránsito.

(Fuente: World Resources Institute, 2016).

A pesar de la relación existente entre el ancho de vía y el ratio de accidentes fatales de tránsito, no se consideran otras variables que también pueden ser la causa de mayor accidentes fatales en dichos países. La velocidad máxima de circulación es un claro ejemplo, teniendo en los países con mayores ratios de accidentes (China, Brasil, India, Estados Unidos) velocidades máximas que oscilan entre los 50 y los 70 kilómetros por hora, a diferencia de los países con el menor ratio, que poseen velocidades máximas que no pasan los 50 kilómetros por hora.

Otro estudio realizado con más profundidad por Karim (2015), llegó a resultados similares, teniendo como ciudades de estudio a Toronto (Canadá) y Tokio (Japón). Además se estudiaron otras variables: El tráfico vehicular, donde no se encontraron diferencias significativas en el volumen de tráfico en las pistas con anchos desde 3 a 3,7 metros y el flujo de vehículos grandes, donde se encontraron flujos similares en las pistas angostas (entre 3 y 3,3 metros) y pistas anchas (sobre los 3,3 metros), por lo cual se concluye que el ancho de la pista no incide de forma significativa en la congestión del tránsito y en la cantidad de vehículos grandes que circulan.

Las investigaciones aseguran que en pistas urbanas anchas existe una tendencia a transitar a velocidades mayores a lo permitido, por lo cual aumenta la probabilidad de consecuencias fatales en la ocurrencia de accidentes. Además, se argumenta que un aumento en el ancho de las pistas no reduce la congestión del tránsito debido a un efecto rebote: más espacio vial genera más tráfico. Finalmente se propone diseñar las pistas urbanas utilizando el rango ideal de 2,8 a 3,3 metros para el transporte de vehículos livianos y aprovechar el espacio de las pistas para diseños exclusivos de otros tipos de transporte, tales como pistas para bicicletas, pistas para transporte público y pistas para vehículos grandes, donde el ancho de pista puede variar respecto al rango ideal.

Por otra parte, existe una investigación que contradice las investigaciones en algunos aspectos. Peterniak et al. (2018) desarrolló una investigación para el diseño de los anchos de vías en la ciudad de Edmonton. En sus resultados obtuvo que para velocidades debajo de los 60 kms/hr, el ancho de vía no posee una relación significativa respecto al número de accidentes vehículares, distinto a los resultados anteriores. Complementario a esto, se determinó una relación significativa entre el ancho de la vía y la velocidad de los vehículos, obteniendo velocidades más altas en aquellas vías más anchas. Con estos

resultados se recomendó para Edmonton un ancho de vía entre 3,3 y 3,5 metros para las pistas con velocidad de circulación inferior a los 50 km/hr y un ancho de vía entre 3,4 y 3,7 metros para las pistas con velocidad de circulación superior a los 50 km/hr.

Chile se encuentra en la zona insegura según la primera investigación, sin embargo, considerando la zona urbana, la cual actualmente se puede recorrer en una velocidad límite de 50 kn/hr, el ancho de vía actual se encuentra en un intervalo aceptable, el cual igualmente debería considerarse como un factor importante para la situación actual en el transporte urbano del país.

3.4 Marco legal

Las principales restricciones que han afectado al transporte público y privado en Chile corresponden a las leyes y decretos. En esta sección se nombran las leyes y decretos más relevantes para la investigación. Una tabla resumen de las modificaciones a las leyes y decretos que más han impactado al transporte en Chile se presenta en el Anexo A.

3.4.1 Ley 18.290

Ley del Tránsito.

"A la presente ley quedarán sujetas todas las personas que, como peatones, pasajeros o conductores de cualquiera clase de vehículos, usen o transiten por los caminos, calles, ciclovías y demás vías públicas, rurales o urbanas, caminos vecinales o particulares destinados al uso público, de todo el territorio de la República". (Ley 18.290, 1984).

En dicha ley se abordan temas tales como la definición de conceptos relacionados con las vías y el transporte, las normas de tránsito y las respectivas infracciones por incumplimientos, los tipos de licencias de conducir existentes y como obtenerlas, la inscripción legal de vehículos con sus respectivos permisos, regulación de todo lo

referente al transporte público, el correcto uso de las vías, los accidentes de tránsito, el consumo de alcohol en conductores, y otros temas similares.

3.4.2 Ley 18.483

Establece nuevo régimen legal para la industria automotriz (28/12/1985). La ley 18.483 (1985) indica conceptos relacionados con la industria automotriz tales como conjunto, pieza, componente, exportaciones, etc… Se establecen las normas que deben cumplir todas las firmas pertenecientes a dicha industria junto con sus exportaciones y también indica las restricciones respecto a la importación de vehículos.

3.4.3 Ley 18.502

Establece impuestos a combustibles que señala. La ley 18.502 (1986) indica el impuesto específico al consumo vehicular de gas natural comprimido y gas licuado de petróleo para beneficio fiscal, señala las restricciones para el uso de gas natural comprimido y gas licuado de petróleo en los vehículos con las respectivas sanciones por incumplimiento, y se indica el impuesto específico a las gasolinas automotrices y el petróleo diésel.

3.4.4 Ley 18.696

Modifica artículo 6° de la Ley N°18.502, autoriza importación de vehículos que señala y establece normas sobre transporte de pasajeros. La ley 18.696 (1988) autoriza la importación de vehículos usados destinados para el transporte de pasajeros, indica que los vehículos destinados para el transporte público deben ser sometidos a normas técnicas y de emisión de contaminantes, se fijan lugares donde se ubiquen establecimientos de servicio técnico, se crea un registro de consultores en informes de

mitigación de impacto vial a cargo de la Subsecretaría de Transportes con todas las indicaciones para la inscripción, sanciones y sus infracciones.

3.4.5 Ley 19.593

Suspende inscripción de taxis en registro nacional de servicios de transporte de pasajeros. La ley 19.593 (1998) prohíbe la inscripción de taxis en el Registro Nacional de Servicio de Transporte de Pasajeros por el plazo de dos años. En el año 2000 mediante la ley 19.700 se amplió el periodo por 5 años, prorrogando cada 5 años mediante las leyes 20.076, 20.474 y 20.867 en 2005, 2010 y 2015 respectivamente.

3.4.6 Ley 20.206

Crea un fondo de estabilización financiera del sistema de transporte público de la ciudad de Santiago y dispone otros aportes fiscales que indica. La ley 20.206 (2007) se implementó con el fin de estabilizar el régimen tarifario del sistema de transporte público en Santiago y así darles un mejor servicio a los usuarios. Los aportes fiscales indicados constituirán el fondo de estabilización.

3.4.7 Ley 20.378

Crea un subsidio nacional para el transporte remunerado de pasajeros. La ley 20.378 (2007) se implementó con el fin de compensar los menores pagos realizados por los estudiantes en los servicios de transporte remunerado de pasajeros. El monto del subsidio de $360.000 millones se distribuye para la ciudad de Santiago, incluyendo una asignación de recursos para todas las regiones de Chile.

3.4.8 Ley 20.780

Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario. En el artículo 3° de la ley 20.780

(2014) se establece el impuesto “verde”, el cual consiste en el pago de un impuesto adicional para los vehículos motorizados livianos y medianos expresado por la siguiente fórmula:

$$Impuesto\ (UTM) = \left[\left(\frac{35}{RU}\left(\frac{km}{lt}\right)\right) + \left(120 * \frac{g}{km} NOx\right)\right] * [P_v * 6 * 10^{-8}]$$

Donde RU corresponde al rendimiento urbano del vehículo, $\frac{g}{km} NOx$ a las emisiones de óxidos de nitrógeno del vehículo y P_v a su precio de venta. El principal objetivo de este impuesto es el incentivo de usar vehículos menos contaminantes.

3.4.9 Decreto 211/1991 y Decreto 54/1994

Decretos Supremos, normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos y Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica. Brinda definiciones de vehículos motorizados livianos (Decreto 211, 1991) y vehículos motorizados medianos (Decreto 54, 1994) señalando todas sus restricciones respecto a la emisión de contaminantes. Actualmente dichos vehículos se encuentran regidos por la norma Euro 5 desde septiembre del 2014, esta norma exige a los vehículos un control de emisiones de óxido nitroso y material particulado. En los últimos meses se anunció la publicación en el Diario Oficial del Anteproyecto de la Norma Euro 6, la regulación más exigente a nivel mundial en cuanto a control de emisiones para vehículos livianos y medianos (Ministerio del Medio Ambiente, 2019).

3.4.10 Decreto 16/1998

Decreto Supremo, establece plan de prevención y descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana. Se presenta el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA), el cual tiene como objetivo cumplir con las normas de calidad de

aire cuyo propósito principal es la protección de la salud de la población (Decreto 16, 1998). En el caso de los vehículos, tanto en el transporte privado como público se busca reducir las emisiones de CO_2 y NO_x, mejorar su control e incentivar su uso racional estableciendo las siguientes estrategias: Reducir las emisiones por vehículo, definir políticas específicas para la reducción de emisiones de las actividades relacionadas con el transporte de pasajeros y de carga, incorporar la variable ambiental en la planificación del transporte, evitar nuevos viajes motorizados.

3.4.11 Resumen

El marco legal presentado busca indicar restricciones y normativas respecto a la circulación de vehículos en Chile. La ley más importante es la Ley 18.290, que regula por completo el transporte en las vías públicas, afectando tanto al transporte público como privado. También se encuentran algunos decretos dedicados a la restricción ambiental, fijando conceptos a seguir con el fin de reducir los contaminantes atmosféricos.

Por otro lado, existen leyes sobre la importación de vehículos y el impuesto del combustible, factores que afectan al mercado automotor y en la decisión de los habitantes chilenos a la hora de adquirir un vehículo.

Finalmente, se encuentra la Ley N° 20.378, que permite un subsidio para el transporte público, este subsidio ha impactado en el desarrollo del sistema de este transporte, por lo que debería afectar en la preferencia de las personas que lo utilizan. Todas las leyes y decretos nombrados han sido modificados a lo largo de los años, lo cual se debe tener en cuenta para analizar el comportamiento histórico de la demanda de vehículos en Chile.

3.5 Estudios complementarios

Como complemento a los datos expuestos existen algunas investigaciones que han abarcado temas similares a los estudiados en la presente memoria.

Correa (1994) realizó la investigación *La Demanda por Vehículos Motorizados, Contaminación Atmosférica y el Convertidor Catalítico*, estudio que abarca las siguientes temáticas: La demanda por vehículos motorizados en Chile y en la Región Metropolitana, efectos de la aplicación del Decreto Supremo 211 sobre el parque automotriz y la recaudación fiscal, y costo social del Decreto supremo 211 como instrumento de descontaminación.

En la primera temática se hicieron estudios econométricos, obteniendo las siguientes elasticidades:

- Stock de demanda: Elasticidad precio de la demanda de -0,5 para Chile y de un rango entre -0,12 y -0,17 para la Región Metropolitana. Elasticidad ingreso de 2 para Chile y de 1,4 para la Región Metropolitana.
- Flujo de demanda: Elasticidad precio nacional de -1,3 y elasticidad ingreso de 5 para Chile.

Además, se obtuvo una proyección de crecimiento anual del parque automotriz de 6,6% a nivel nacional y de 5,8% para la Región Metropolitana.

Respecto a los efectos de la entrada en vigencia del Decreto 211 se permitió un control de la emisión de contaminantes de los vehículos, lo cual llevó a un aumento en los precios de los vehículos nuevos de US$ 1.000 aproximadamente, debido a las nuevas tecnologías necesarias para cumplir con las normas. Concluyendo finalmente que: El aumento de precio no afecta el tamaño del parque automotriz a largo plazo en Chile debido a la baja

elasticidad precio de la demanda y la recaudación fiscal por vehículo aumenta en el largo plazo, lo cual se refleja en el costo de los convertidores catalíticos y del equipamiento complementario.

Finalmente, respecto al costo social del Decreto Supremo 211 se origina debido a la disminución de excedente de los consumidores a consecuencia de un mayor precio de vehículos y una menor cantidad de ellos. Sin embargo, no tiene un impacto significativo en el tamaño del parque automotriz.

Barahona (2013) realizó la investigación *La difusión de una tecnología más limpia: Los efectos de la restricción vehicular en la renovación del parque automotor*, en la cual analiza los efectos en el parque automotriz a largo plazo de la restricción vehicular desde su implementación en 1991. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- En Chile la restricción vehicular no buscaba reducir los niveles de flujo vehicular, sino que una renovación en el parque automotriz utilizando vehículos con nuevas tecnologías.
- En Santiago se vio una disminución en el uso de vehículos no catalíticos, trayendo consecuencias como una disminución de precios en dicho tipo de vehículos y un consiguiente aumento de demanda en vehículos con las nuevas tecnologías.
- Los vehículos no catalíticos se distribuyeron en las otras regiones de Chile, trayendo una redistribución de la contaminación a nivel global.

En estas investigaciones se estudia el impacto de una de las principales restricciones de transporte en el parque automotriz de Chile, por lo cual además de complementar con

lo investigado, se pueden hacer comparaciones con los resultados que se obtengan, especialmente en las elasticidades, las cuales fueron calculadas hace más de 20 años atrás.

3.6 Conclusiones Marco Teórico

Todos los antecedentes presentados buscan explicar teóricamente cuales son los factores históricos que han incidido en la decisión de los habitantes de Chile de usar transporte público y/o privado. Además, se presentan las consecuencias del aumento del transporte privado en el país, destacando la congestión del tránsito y un impacto psicológico en los conductores.

Por otra parte, se exponen algunos estudios que ya han analizado dicha problemática. Dichos estudios han estimado modelos econométricos para el transporte público y privado de Chile, utilizando la estimación por Máxima Verosimilitud (Gujarati, 2010), la cual va a ser la base para la metodología de esta memoria. Respecto al estudio del transporte privado puede servir como una referencia para el estudio actual, sin embargo, se hizo para un corto plazo y no se tomaron en consideración algunos comportamientos como la tendencia o estacionalidad que pueden afectar al resultado del modelo. Por otra parte en el estudio del transporte público se puede ver que los resultados son eficientes, destacando principalmente que el parque automotriz no es una variable significativa para las validaciones hechas en buses, se puede concluir que no existe una relación entre ambos tipos de transporte, sin embargo existen otras variables en las cuales existe una posibilidad de relación, basándonos en la demanda de vehículos en vez del parque automotriz, considerando como producto sustituto el transporte público con los precios de sus tarifas..

Lo que se debe hacer ahora es tomar los datos que no se han analizado y demostrar experimentalmente cuales son las variables que explican la demanda de vehículos livianos y medianos, analizar el comportamiento histórico de dicha demanda apoyándose en el marco legal y encontrar una relación estadística del uso del transporte privado con el uso del transporte público.

4. METODOLOGÍA

4.1 Restricciones legales

A partir de todas las leyes y decretos presentados en la sección 3.9, se realiza una lectura y análisis identificando todos los factores que han impactado en el transporte público y privado de Chile. Además, se hace una recopilación de todas las modificaciones y actualizaciones a dichas leyes y decretos, identificando la fecha de publicación y midiendo su impacto al observar el comportamiento de los datos estadísticos estudiados desde el año que ocurrió la modificación hasta la actualidad.

Las modificaciones y actualizaciones recopiladas del marco legal pueden observarse con mayor profundidad en la Tabla A1, Tabla A2, Tabla A3, Tabla A4, Tabla A5 y Tabla A6, pertenecientes a la sección Anexos.

4.2 Análisis variable respuesta

Antes de la estimación del modelo econométrico para la venta de vehículos en Chile, es necesario analizar la variable respuesta a utilizar, en este caso la demanda de vehículos nuevos livianos y medianos en Chile, medida en unidades, con observaiones anuales, desde el 2002 hasta el 2018.

De esta forma se podrá identificar si la serie de tiempo presenta alguna propiedad como tendencia, estacionalidad y/o ciclos, además de la posible existencia de

autocorrelación, lo cual va a ser determinante a la hora de escoger las variables explicativas para el modelo.

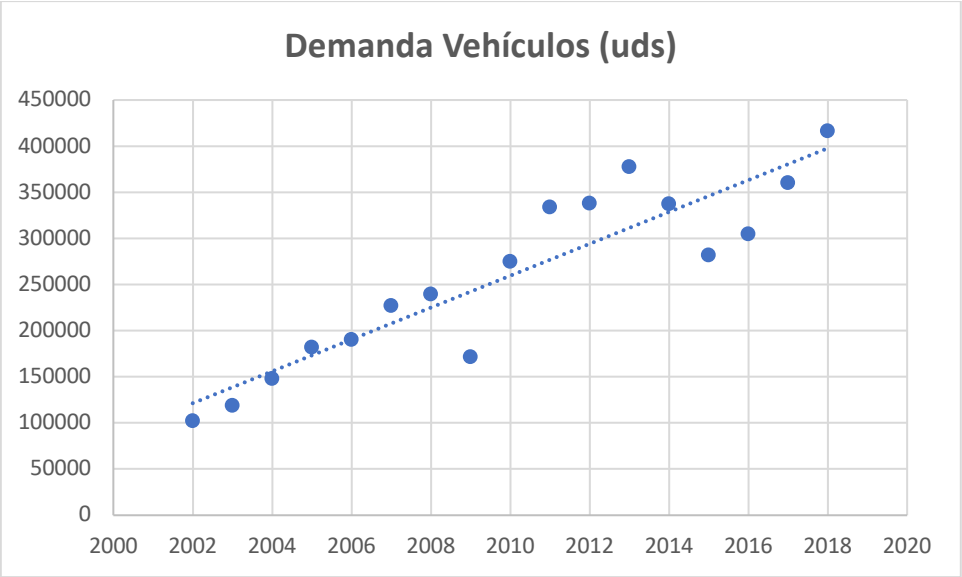

Figura 9: Grafico de demanda de vehículos nuevos livianos y medianos en Chile en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

A partir de la Figura 9, se puede observar una tendencia creciente a lo largo de los años, la cual solo presenta observaciones atípicas en el año 2009 y entre los años 2013 y 2015. Si establecemos una relación lineal entre la demanda de vehículos y el tiempo se presenta un coeficiente de correlación de 0,912 y un coeficiente de determinación de 0,832, valores lo suficientemente altos para determinar que la presencia de una tendencia es significativa en la variable respuesta a considerar, por lo que en el modelo econométrico se debe tener en cuenta una variable explicativa que represente dicha tendencia.

Para determinar la presencia de autocorrelación en la variable respuesta, se elaboró un autocorrelograma parcial considerando hasta 15 rezagos.

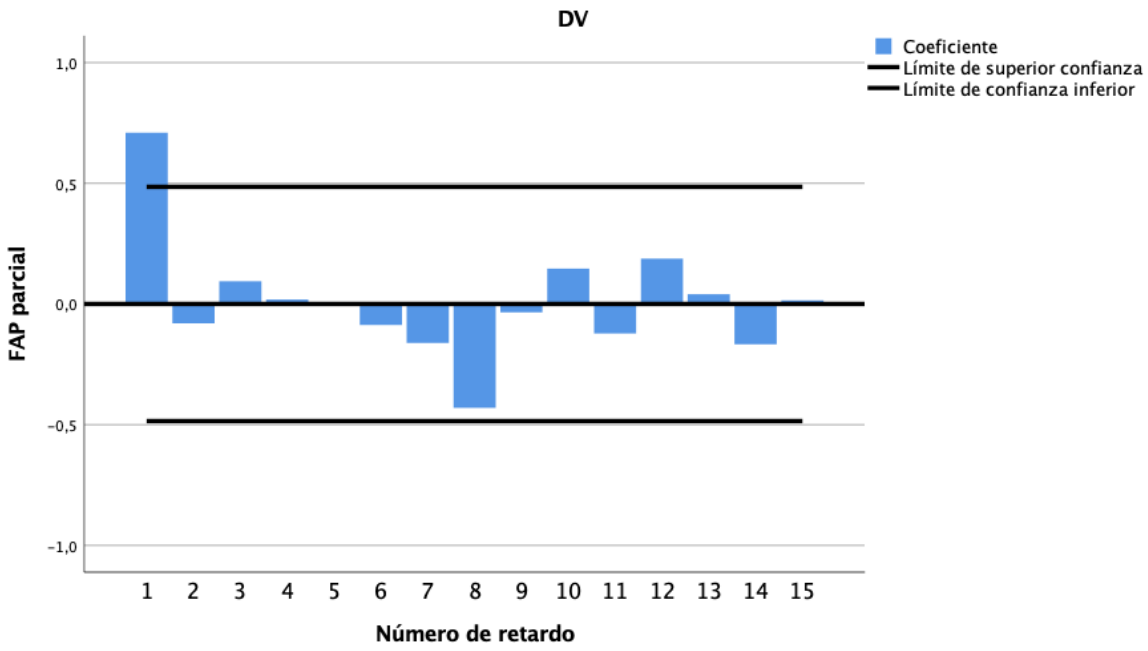

Figura 10: Autocorrelograma parcial para la demanda de vehículos nuevos livianos y medianos en Chile.

(Fuente: Elaboración propia).

A partir de la Figura 10 se puede observar claramente que la serie de tiempo correspondiente a la demanda de vehículos posee una autocorrelación positiva y signfificativa en su primer rezago, lo cual la identifica como un modelo autorregresivo de orden 1. Para corregir esta autocorrelación en el modelo econométrico a estimar existen dos opciones: Agregar una variable exógena rezagada que explique dicha autocorrelación, y utlizar un modelo de diferencias generalizadas, el cual elimina la autocorrelación.

También podemos observar en el autocorrelograma que el octavo rezago a pesar de no ser significativo, llama la atención. Esto se debe a que dicho rezago coincide con el periodo en que la demanda de vehículos disminuyo drásticamente, principalmente a causa de la crisis económica mundial denominada “Gran Recesión” que ocurrió entre el año

2008 y 2009. Si observamos el comportamiento de la Figura 1 se puede ver que en los años posteriores al 2009, el comportamiento de la demanda de vehículos varió en comparación a años anteriores, infiriendose que la economía inició una nueva etapa a partir de la Gran Recesión. Es importante que en el modelo econométrico a estimar se haga una separación entre los periodos antes y después de esta crisis económica, debido a que mediante el análisis expuesto dicho hito fue significativo para el comportamiento de la variable respuesta.

4.3 Modelos econométricos a estimar

Para la obtención de resultados coherentes con lo análisis hechos al comportamiento de la variable respuesta, se van a estimar dos modelos econométricos y en base a los resultados obtenidos se va a decidir cual modelo es el más adecuado para describir las causas del uso del transporte privado en Chile.

1. Modelo econométrico en el tiempo: Modelo tradicional de la forma

$$Yt = f(x) = \beta_0 + \beta_1 Xt_1 + \beta_2 Xt_2 + \cdots + \beta_p Xt_p$$

   Entre las variables explicativas a utilizar se encuentran una variable T y una variable Y_{t-1}, para explicar la tendencia y la autocorrelación presente en la variable respuesta.

2. Modelo econométrico de incrementos: Modelo que considera variables incremento de la forma

$$\Delta Yt = f(x) = \beta_0 + \beta_1 \Delta Xt_1 + \beta_2 \Delta Xt_2 + \cdots + \beta_p \Delta Xt_p$$

   El principal objetivo de este modelo es eliminar la tendencia y la autocorrelación de orden 1 presente en la variable respuesta. De esta forma se evitan problemas de multicolinealidad con esas variables y los resultados deberían presentar una

visión más realista de las variables que impactan en la demanda de vehículos en Chile.

4.4 Variables modelo econométrico

Para describir las causas de la elección de usar el transporte privado por parte de los habitantes de Chile se va a estudiar un modelo econométrico lineal cuya variable respuesta es la demanda de vehículos. El modelo considera las siguientes variables:

DV = Demanda de vehículos nuevos livianos y medianos[3] (unidades)

PVL[4] = Precio de vehículos livianos y medianos (UF): El precio de los vehículos nuevos es un factor que siempre tienen en cuenta la población a la hora de decidir la compra. Se espera que a mayores precios, menor demanda de vehículos.

Tint = Tasa de interés de colocaciones crédito de consumo (%): Un vehículo nuevo se puede adquirir mediante un crédito de consumo, por lo cual una alta tasa de interés para este tipo de crédito puede inducir en el ahorro de la población.

Inf = Inflación (Índice de deflación del PIB, %): Una mayor inflación puede afectar además de los precios de los vehículos, a los precios de peajes y mantención, por lo cual un aumento en dicho porcentaje desincentiva la demanda de vehículos nuevos.

PDiesel[5] = Precio Petróleo Diesel por litro (UF): El precio del Diesel se encuentra afecto al Impuesto del Combustible, por lo que sus variaciones pueden afectar en la decisión de adquirir un vehículo.

---

[3] No se incluye el subsegmento Comerciales debido a que se considera que el uso de estos vehículos es para usos exclusivos de trabajo y no para uso personal.

[4] Se obtuvo el promedio anual de precios para los vehículos del año anterior al año de publicación. Se eliminaron de la muestra los vehículos con precios superiores a los 35 millones, debido a que este segmento de precios tiene una participación pequeña (Asociación Nacional de Automotriz de Chile A.G., 2017) y desajustan los precios obtenidos

[5] Se obtuvo una media nacional con los datos de cada región, la ponderación por región se tomo por el porcentaje de habitantes.

PG93 = Precio Gasolina 93 octanos por litro (UF): El precio de la Gasolina 93 se encuentra afecto al Impuesto del Combustible, por lo que sus variaciones pueden afectar en la decisión de adquirir un vehículo.

Ptar = Precio tarifa transporte público (UF)[6]: El transporte público se considera un sustituto del uso del transporte privado, por lo que el precio de la tarifa de dicho transporte es el mejor indicador para observar si existe una relación entre ambos sistemas de transporte. Se va a considerar la tarifa para adulto.

Pmot = Precio Motos nuevas (UF)[7]: Las Motos se consideran como un sustituto para el transporte privado mediante vehículos, por lo que su precio de mercado es el mejor indicador para observar si existe una relación entre ambos tipos de transporte.

Circ = Dinero Circulante (CLP, 1996): La cantidad de dinero disponible en las personas es un factor primordial para su decisión de adquisición de un bien, se espera que a mayor dinero circulante mayores sean las ventas de vehículos nuevos.

Ing3 = Ingresos Tercer Quintil (UF): El poder adquisitvo del tercer quintil puede ser suficiente par la adquisición de un vehículo nuevo, a mayor ingreso mayor demanda de vehículos.

Ing4 = Ingresos Cuarto Quintil (UF): El poder adquisitvo del cuarto quintil es suficiente par la adquisición de un vehículo nuevo, a mayor ingreso mayor demanda de vehículos.

Ing5 = Ingresos Quinto Quintil (UF): El poder adquisitvo del quintil de más ingresos es suficiente par la adquisición de un vehículo nuevo, a mayor ingreso mayor demanda de vehículos.

---

[6] Se considero solamente la tarifa perteneciente al transporte público de Santiago, por disponibilidad de datos.

[7] Esta variable, sin embargo, está contaminada por el aumento de motocicletas para reparto, mercado que ha tenido una demanda aumentando fuertemente en los últimos años.

T = Tendencia (años): La variable respuesta posee una marcada tendencia, por lo que es necesario incluirla como una variable explicativa. Solo va a ser incluida en el modelo econométrico tradicional.

DV $_{t-1}$ (unidades) = Demanda de vehículos rezagada: La variable respuesta posee una autocorrelación en su primer rezago, por lo que es necesario incluir una variable que explique dicha autocorrelación. Solo va a ser incluida en el modelo econométrico tradicional.

δ = Periodo económico: Variable dicotómica que diferencia el periodo económico en los años a estudiar. $\delta = 0$, si el año observado es menor o igual al 2009 y $\delta = 1$, si el año observado es mayor al 2009.

Los datos de dichas variables se obtuvieron de las siguientes fuentes:

1. Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G.
2. Banco Central de Chile.
3. Banco Mundial.
4. Energía Abierta.
5. Servicio de Impuestos Internos
6. El Mercurio
7. Instituto Nacional de Estadísticas

El intervalo de años a estudiar corresponde desde el 2002 hasta el 2018, ambas fechas incluidas. Las variables descritas están dateadas en años.

4.5 Análisis previos y posteriores a la estimación

Previo y posterior a la estimación de los modelos, serán sometido a diversas pruebas estadísticas, como un análisis estándar y para que se cumplan las condiciones que

requiere una estimación por Máxima Verosimilitud. De esta forma los modelos se podrán utilizar para obtener conclusiones válidas.

Relevancia de las variables: Antes de la estimación del modelo se debe graficar cada variable independiente con la variable dependiente, observando si el gráfico presenta una forma rectilínea. En el caso que la figura muestre una linea recta se debe obtener el coeficiente de correlación para cada variable, en el caso contrario se puede hacer una transformación en las variables explicativas siempre y cuando se presente una figura estándar.

Análisis de varianza y dócimas individuales: Se debe construir la tabla ANOVA para cada modelo estimado y analizar la dócima de Fisher correspondiente. Además se debe emplear la dócima t de student individual para cada variable explicativa. Para ambos casos se debe considerar un nivel de significancia de un 5%.

Multicolinealidad: La multicolinealidad entre las variables dependientes puede ocasionar problemas como una poca robustez en las dócimas t de student y que las observaciones se tornen influyentes. Esta característica. puede medir mediante el coeficiente VIF, el cual utiliza un coeficiente de determinación obtenido de la regresión auxiliar X_h vs X_i.

$$VIF_h = \frac{1}{1 - {R_h}^2}$$

Se puede decir que existe un problema de multicolinealidad si el coeficiente VIF es mayor a 0,5. Complementario a esto, se puede elaborar una matriz de correlaciones entre todas las variables explicativas.

Autocorelación: Para observar si existe correlación entre los residuales de la regresión se utiliza el estadígrafo de Durbin-Watson (DW)

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{T}(e_t - e_{t-1})}{\sum_{t=1}^{T} {e_t}^2}$$

Para determinar la autocorrelación se debe comparar el estadígrafo con su límite inferior y superior, los cuales se obtienen dependiendo del número de observaciones y variables.

En el caso que el estadígrafo de Durbin-Watson no entregue resultados concluyentes, se puede aplicar la dócima de rachas, apta para este modelo que tiene un número de observaciones inferiores a 20. El estadígrafo de esta dócima consiste en obtener el número de rachas de residuales según su signo y comparar dicho número con los límites inferior y superior tabulados.

Normalidad de los residuales: Esta característica es una de las condiciones de la estimación por MV. Para determinar si los residuales de la regresión poseen una forma normal se puede aplicar la dócima de Shapiro-Wilk, en la cual se debe obtener el coeficiente de correlación entre los residuales estandarizados y su inversa normal. En el caso que la correlación es alta no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que los residuales se distribuyen normal.

Heterocedasticidad: Esta característica es una de las condiciones de la estimación por MV. La heterocedasticidad corresponde a la desigualdad de las varianzas de los residuales, como consecuencia los estimadores del modelo dejan de tener varianza mínima y de ser eficientes.

Para detectar la posible heterocedasticidad se pueden graficar los residuales o residuales cuadráticos vs las variables explicativas, si el gráfico presenta una banda horizontal se puede descartar su presencia.

También se puede determinar la heterocedasticidad mediante una gran variedad de dócimas, para la presente memoria se va a utilizar la dócima de White debido a su carácter global. Dicha dócima consiste en estimar un modelo entre los residuales cuadráticos (variable explicada) y la variable predictora (variable explicativa), obtener el coeficiente de determinación R^2 y establecer la comparación entre n* R^2 y $\chi^2_{1;1-\alpha}$, si el primer término es menor al segundo, no hay presencia de heterocedasticidad.

5. RESULTADOS

5.1 Modelo econométrico tradicional

5.1.1 Análisis previo

Previo a la construcción de este modelo se debe hacer un análisis a los gráficos entre la variable respuesta y las variables explicativas. Los gráficos del comportamiento de las variables explicativas en el tiempo se encuentran en Anexos, desde la Figura B1 hasta la Figura B11, mientras que los gráficos entre la variable respuesta y cada variable explicativa se encuentran desde la Figura B12 hasta la Figura B23. Los coeficientes de correlación entre la variable respuesta y cada variable explicativa se pueden observar en la Figura B24. Al ser dichas variables medidas en años, esta es la unidad de tiempo que se va a utilizar para los análisis.

Al observar los gráficos entre la Figura B12 y la Figura B23, se puede observar que los pertenecientes a las variables Ing3, Ing4, Ing5 y Circ son los que más se acercan a una línea recta, con coeficientes de correlación mayores a 0,7 en todos los casos. Las variables DV_{t-1} y T, también presentan este comportamiento esperado por lo determinado en el capítulo 4.2. Variables como PVL y Ptar presentan una figura similar a una recta aunque más dispersa en comparación a las variables anteriores, mientras que las variables

restantes presentan figuras dispersas sin similitudes a alguna figura estándar. Sin embargo, antes de descartar la relevancia de estas variables en el modelo, se debe observar en los gráficos la existencia de minigrupos teniendo como ejemplos la Figura B14 y la Figura B15, donde se identifican dos líneas rectas al lado superior e inferior del gráfico, y la Figura B17, donde un grupo se comporta como una recta y otros dos grupos se comportan como curvas. Este comportamiento se puede explicar debido a que si observamos el comportamiento de las variables explicativas en el tiempo, desde las Figura B1 hasta la Figura B11, existe un cambio repentino en dicho comportamiento después del año 2009, similar a lo ocurrido con la variable respuesta, por lo que se puede determinar que la recesión económica también afecto a dichas variables. De esta forma, las variables que no presentaron un comportamiento rectilíneo van a ser consideradas para la estimación del modelo econométrico, debido a que pueden complementarse entre ellas mismas y la variable dicotómica δ, explicándose de esta forma los grupos formados en algunos de los gráficos.

5.1.2 Estimación del modelo

La construcción de este modelo se basó en hacer una estimación inicial con todas las variables explicativas, observar cuales variables son significativas mediante la prueba t de student y cuales provocan una mayor multicolinealidad en el modelo mediante los indicadores de VIF y tolerancia, e ir eliminando aquellas variables responsables de la multicolinealidad hasta tener un modelo en el que todas las variables explicativas sean significativas y con un parámetro ß de signo acorde al coeficiente de correlación ya calculado. También se utilizó como referencia los coeficientes de correlación entre las

variables explicativas, los cuales están agrupados en la Figura B25, perteneciente a la sección Anexos.

La estimación por Máxima Verosimilitud siguiendo la medología indicada dio los siguientes resultados:

R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin – Watson
0,965	0,932	0,901	30081,7614	1,662

Figura 11: Resumen del modelo econométrico tradicional estimado por Máxima Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1,364E+11	5	2,727E+10	30,137	0,000
Residual	9,95E+9	11	904912366		
Total	1,463E+11	16			

Figura 12: Tabla ANOVA del modelo econométrico tradicional estimado por Máixma Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
	ß	Desv. Error	ß	t	Sig.	Tolerancia	VIF
(Cte)	668786,866	181110,569		3,693	0,004		
Tint	-9211,946	3662,087	-0,280	-2,515	0,029	0,500	2,002
PVL	-954,080	271,960	-0,328	-3,508	0,005	0,709	1,411
PG93	10996527,4	2773284,74	0,391	3,965	0,002	0,635	1,574
Inf	-8038,208	2823,200	-0,256	-2,847	0,016	0,767	1,304
δ	77166,018	24471,868	0,415	3,153	0,009	0,357	2,803

Figura 13: Tabla de coeficientes del modelo econométrico tradicional estimado por Máxima Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

El modelo inicial con todas las variables explicativas tuvo serios problemas de multicolinealidad, especialmente en las variables Circ, Ing3 e Ing4, las cuales se encuentran muy correlacionadas entre sí y con la tendencia, por lo cual se eliminaron debido a que la tendencia es más prioritaria para el modelo que las variables anteriores.

También existe una alta colinealidad entre PDiesel y PG93, al ser ambos precios de combustibles de vehículos. En este caso se eliminó del modelo la variable PDiesel por tener una menor correlación con la variable respuesta a comparación de PG93.

Las variables T y DVt-1 presentan una multicolinealidad importante para el modelo, sin embargo, no se eliminaron de inmediato al ser variables de suma importancia debido al comportamiento de la variable respuesta, por lo que en su lugar se eliminaron variables

tales como Ptar y Pmot que presentaban alta multicolinealidad y una baja significancia respectivamente.

Finalmente, a pesar de ser consideradas vitales para el modelo, las variables T, DVt-1 e Ing5 se eliminaron del modelo debido a que su interacción con las demás variables explicativas y entre sí mismas no es viable, ya sea por no ser significativas para el modelo o por provocar coeficientes de signo distinto al esperado en las variables.

Respecto a la ausencia de variables que explican la tendencia y la autocorrelación de la variable respuesta, por el metodo paso a paso se puede construir un modelo significativo que incluye las variables PG93 y T, sin embargo, se considera que un modelo con solo esas dos variables no es eficiente para explicar la venta de vehículos nuevos en Chile, dandole preferencia al modelo con 5 variables explicativas ya estimado, el cual según la tabla B25 solo la variable PVL presenta una leve correlación lineal con la variable T.

Se puede observar en el modelo final, las variables además de ser explicativas, cumplen con coeficientes de signos indicados en su coeficiente de correlación con la variable respuesta.

5.1.3 Análisis posterior

Multicolinealidad: Hay multicolinealidad presente en las variables Tint y δ, con tolerancias de 0,500 y 0,357 respectivamente. Sin embargo, esto no afecta la significancia de las variables o el signo de sus parámetros. También cabe destacar que si se elimina la variable Tint del modelo, las demás variables explicativas dejan de ser significativas, por otra parte la eliminación de la variable δ, no provoca grandes cambios en la significancia de las variables, sin embargo, se ha decicido que se incluya en el modelo para explicar

los periodos económicos ocurridos en Chile en los años a estudiar, enriqueciendo el modelo.

Autocorrelación: Los valores críticos del estadístico de Durbin Watson con una significancia del 5% para n= 17 y k=5 son los siguientes:

LI: 0,48, LS: 1,85

La Figura 11 indica un valor del estadígrafo de Durbin Watson de 1,662, el cual se encuentra ubicado entre dichos límites inferior y superior, por lo cual no se puede determinar la existencia de autocorrelación de residuales mediante este método.

En este caso se debe aplicar la dócima de rachas, obteniendo el siguiente estadígrafo:

$r= 10, N^{-}= 10, N^{+}= 7$

Los límites inferior y superior tabulados para una significancia de un 5% son los siguientes:

LI: 5, LS: 14

Como el número de rachas se ubica en el intervalo no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad. No existe autocorrelación entre los residuales.

Normalidad: La dócima de Shapiro-Wilk para los residuales estandarizados dio los siguientes resultados:

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Residual Estandarizado	0,958	17	0,591

Figura 14: Resultados dócima de Shapiro-Wilk para modelo econométrico tradicional.

(Fuente: Elaboración propia).

En este caso no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que los residuales del modelo econométrico estimado poseen una distribución normal.

Heterocedasticidad: La regresión lineal entre los residuales cuadráticos ε^2 y la variable predictora $\hat{Y}$ dio los siguientes resultados:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,26552802
Coeficiente de determinación R^2	0,07050513
R^2 ajustado	0,0085388
Error típico	883110525
Observaciones	17

Figura 15: Resumen de la regresión lineal entre los residuales cuadráticos y la variable predictora del modelo econométrico tradicional.

(Fuente: Elaboración propia).

Con esta información se puede obtener el estadígrafo para la dócima de White.

$$n*R^2 = 1,199 < \chi^2_{1;0,95} = 3,841$$

Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de la dócima de White y se puede afirmar que los residuales presentan homocedasticidad.

5.1.4 Conclusiones

Además de coincidir los signos de los coeficientes de las variables explicativas con el coeficiente de correlación, las variables Tint, PVL e Inf cumplen con la relación esperada hipotéticamente, si los valores de dichas variables aumentan, la demanda de vehículos disminuye.

En el caso de PG93, los resultados muestran una relación distinta a la esperada, tanto el coeficiente de correlación como el coeficiente del modelo son positivos, contradiciendo la teoría del precio del bien complementario. Esto puede tener una justificación basándose en que los vehículos en Chile son considerados un bien de lujo, apoyándose en el significativo crecimiento de ventas del subsegmento SUV, con vehículos de mayores precios. Al ser los vehículos un bien de lujo, los usuarios están dispuestos a pagar más por los bienes complementarios, los cuales le dan un mayor estatus a la adquisición del bien.

A pesar de la justificación de la relación positiva entre el precio del combustible y la venta de vehículos nuevos, hay una incoherencia debido a que la relación entre la demanda de vehículos y el precio de dichos vehículos y la inflación es negativa, lo cual quiere decir que un aumento en el precio del bien y de los precios en general, desincentivan la adquisición de vehículos por parte de los usuarios, contradiciendo el que estén dispuestos a pagar más por los bienes complmentario. Esto se puede explicar debido a que a pesar de que las personas prefieran adquirir vehículos de lujo como los SUV, el aumento de oferta de estos ha permitido una mayor variedad de precios, dandole prioridad a los más económicos, la Figura B2 demuestra esto, al observarse una pequeña tendencia negativa en el tiempo para los precios de vehículos livianos y medianos.

Se puede determinar que los principales factores que influyen en la desición de comprar un vehículo nuevo están relacionados con la oferta de vehículos y la opción de pago a largo plazo con un crédito de consumo, también se puede inferir que un aumento general de los precios, ya sea de otros bienes ajenos, desincentivan dicha compra. Por otra parte, los precios de los combustibles, en este caso de la gasolina de 93 octanos, es relevante para los consumidores, estando dispuestos a pagar más por la mantención del vehículo adquirido.

5.2 Modelo econométrico de incrementos

5.2.1 Análisis previo

Previo a la construcción de este modelo se debe hacer un análisis a los gráficos entre la variable respuesta y las variables explicativas. Los gráficos del comportamiento de las variables explicativas en el tiempo se encuentran en Anexos, desde la Figura C1 hasta la Figura C12, mientras que los gráficos entre la variable respuesta y cada variable explicativa se encuentran desde la Figura C13 hasta la Figura C34. Los coeficientes de correlación entre la variable respuesta y cada variable explicativa se encuentran recopilados en la Figura C35. Al ser dichas variables medidas en años, esta es la unidad de tiempo que se va a utilizar para los análisis.

Analizando desde la Figura C13 hasta la Figura C23, se puede observar que solamente las variables PDiesel y PG93 presentan una relación con la variable respuesta cercana a una recta línea, también se puede incluir la variable PVL, aunque en menor medida. Las demás variables explicativas presentan una dispersión sin asemejarse a alguna figura en específico, en algunos de estos casos se debe a observaciones atípicas que aumentan dicha dispersión, como lo obsevado en las variables Ing3, Ing4 e Ing5, las cuales presentaron

una diferencia negativa en el año 2004 que no se encuentra acorde al comportamiento de la demanda de vehículos.

Como consecuencia, se utilizaron de forma complementaria variables rezagadas para observar si es que existe un efecto retardado de las variables explicativas en la variable respuesta, teniendo en cuenta que la relación lineal en el mismo periodo de tiempo es muy débil en la mayoría de los casos.

La relación lineal entre las variables explicativas rezagadas y la variable respuesta también es débil al observar los gráficos desde la Figura C24 hasta la Figura C34, presentando nuevamente casos donde las observaciones atípicas aumentan la dispersión de la figura.

Para la construcción del modelo econométrico se van a mantener todas las variables iniciales, incluyendo las rezagadas debido a que similar al caso anterior puedan existir casos donde la interacción entre dichas variables se complemente aumentando el coeficiente de correlación del modelo.

5.2.2 Estimación del modelo

La construcción de este modelo se abordó de forma distinta al modelo econométrico tradicional, debido a la débil relación lineal entre las variables explicativas y la variable respuesta, considerando en este caso variables explicativas rezagadas ($\Delta Xt-1$), bajo el supuesto de que el impacto de dichas variables se ve reflejado en la venta de vehículos nuevos un año después.

La esstimación de este modelo por Máxima Verosimilitud considerando la mejor combinación de variables explicativas dio el siguiente resultado:

R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin – Watson
0,722	0,521	0,448	32930,2600	1,222

Figura 16: Resumen del modelo econométrico de incrementos estimado por Máxima Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1,534E+11	2	7,672E+9	7.075	0,008
Residuo	1,410E+10	3	1,084E+9		
Total	2,944E+10	15			

Figura 17: Tabla ANOVA del modelo econométrico de incrementos estimado por Máixma Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
	ß	Desv. Error	ß	T	Sig.	Tolerancia	VIF
(Cte)	13698,290	8587,402		1,595	0,135		
ΔPDiesel (t-1)	-5815290,8	2187839,16	-0,511	-2,658	0,020	0,997	1,003
ΔPtar (t-1)	16118138,8	5741847,68	0,540	2,807	0,015	0,997	1,003

Figura 18: Tabla de coeficientes del modelo econométrico de incrementos estimado por Máxima Verosimilitud.

(Fuente: Elaboración propia).

A pesar de la existencia de variables explicativas con un coeficiente de correlación altos, como ΔPG93 y ΔPDiesel, solo se pueden estimar modelos con una de estas variables, debido a que la relación lineal entre las demás variables con la variable respuesta no es lo suficientemente fuerte para ingresar al modelo y a que existe colinealidad entre dichas variables explicativas.

En el caso de las variables rezagadas, la combinación entre las variables ΔPDiesel y ΔPtar si ofrecen un modelo significativo, el cual presenta un coeficiente de signo negativo para ΔPDiesel, lo cual coincide con la teoría económica, la cual dice que si el precio complementario de un bien sube, la demanda de ese bien debe disminuir, a diferencia del anterior modelo estimado, en el cual ambos precios de combustibles presentaron una correlación positiva con la demanda de vehículos. Por parte de la variable ΔPtar, su coeficiente es positivo, lo cual también coincide con la teoría que plantea que si el precio

del bien sustituto aumenta, la demanda del bien aumenta. Por lo que se puede determinar que este modelo econométrico estimado es coherente.

5.2.3 Análisis posterior

Multicolinealidad: La tolerancia entre las variables ΔPDiesel y ΔPtar es de 0,997, por lo tanto este modelo no presenta problemas de multicolinealidad al ser prácticamente nula.

Autocorrelación: Los valores críticos del estadístico de Durbin Watson con una significancia del 5% para n= 16 y k=2 son los siguientes:

LI: 0,74, LS: 1,25

La Figura 16 indica un valor del estadígrafo de Durbin Watson de 1,222, el cual se euncuentra ubicado entre dichos límites inferior y superior, por lo cual no se puede determinar la existencia de autocorrelación de residuales mediante este método.

En este caso se debe aplicar la dócima de rachas, obteniendo el siguiente estadígrafo:

$r= 8, N^{-}= 7, N^{+}= 9$

Los límites inferior y superior tabulados para una significancia de un 5% son los siguientes:

LI: 4, LS: 14

Como el número de rachas se ubica en el intervalo no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad. No existe autocorrelación entre los residuales.

Normalidad: La dócima de Shapiro-Wilk para los residuales estandarizados dio los siguientes resultados:

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Residual Estandarizado	0,962	16	0,700

Figura 19: Resultados dócima de Shapiro-Wilk para modelo econométrico tradicional.

(Fuente: Elaboración propia).

En este caso no se rechaza la hipótesis nula y se puede afirmar que los residuales del modelo econométrico estimado poseen una distribución normal.

Heterocedasticidad: La regresión lineal entre los residuales cuadráticos ε^2y la variable predictora $\hat{Y}$ dio los siguientes resultados:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,3338021
Coeficiente de determinación R^2	0,11142384
R^2 ajustado	0,04795412
Error típico	987812602
Observaciones	16

Figura 20: Resumen de la regresión lineal entre los residuales cuadráticos y la variable predictora del modelo econométrico tradicional.

(Fuente: Elaboración propia).

Con esta información se puede obtener el estadígrafo para la dócima de White.

$$n*R^2 = 1,783 < \chi^2_{1;0,95} = 3,841$$

Por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula de la dócima de White y se puede afirmar que los residuales presentan homocedasticidad.

5.2.4 Conclusiones

Este modelo se encuentra coherentemente bien explicado según la teoría económica a diferencia del modelo tradicional. La compra de un vehículo nuevo en Chile depende de los precios del bien sustituto y del bien complementario, en este caso del transporte público y del petróleo Diesel, con las relaciones esperadas teóricamente.

Esto vendría a confirmar la relación planteada entre el transporte público y privado, traduciendose en un incentivo en la adquisición de un vehículo nuevo como consecuencia de.un aumento de la tarifa de dicho transporte. También es importante señalar que ambas variables significativas son rezagadas, es decir que su impacto en la demanda de vehículos se debería mostrar un año después.

Sin embargo, a pesar de que teóricamente este modelo se encuentre bien explicado y que elimine la tendencia y autocorrelación que el modelo anterior no pudo explicar, hay algunos factores que perimten dudar de su confiabilidad. El coeficiente de determinación del modelo, a pesar de tener un valor sobre el 50%, no es lo suficientemente alto para decir que la variación de la demanda de vehículos es explicada por las variables señaladas. Por otra parte, la variable Ptar solo consideró datos de Santiago, por lo cual a pesar de ser considerada hipotéticamente como una variable explicativa valida, al ser una de las dos únicas variables que explican la demanda de vehículos de Chile, le da un mayor grado de incertidumbte al no tener datos más reales.

6. CONCLUSIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos para el Modelo Econométrico tradicional y el Modelo Econométrico de incrementos para la demanda de vehículos livianos y medianos nuevos en Chile se puede determinar que el modelo que mejor explica esta variable es el Modelo Econométrico tradicional, debido su alto coeficiente de determinación y a que incluye más variables que puedan explicar de forma eficiente la demanda de vehículos. Este modelo tiene la siguiente forma:

$$DV = 66786{,}866 - 9211{,}946 * Tint - 954{,}080 * PVL + 10996527{,}4 * PG93 - 8038{,}208 * Inf + 77166{,}018 * \delta$$

De este modelo se puede concluir que para las personas que quieren adquirir un vehículo nuevo son relevantes los precios de los vehículos, dándole preferencia a aquellos con precios más bajos, lo cual se ha potenciado con el aumento en general de nuevos modelos más fáciles de adquirir. El método de adquisición también es un factor relevante debido a que la tasa de interés de los créditos de consumo es significativa, esto también nos permite inferir que además de los créditos de consumo, los créditos automotrices también deberían ser relevantes a la hora de la adquisición de un vehículo nuevo, aumentando la venta de estos si es que se le da una mayor facilidad de acceso a este tipo de crédito.

La inflación es relevante debido a que un aumento generalizado de los precios del mercado, aparte de los precios de los vehículos, desincentivan de igual forma la compra de un vehículo nuevo. Lo contrario ocurre con el precio del combustible, teniendo una

relación positiva. Una posible fundamentación a esto es que los consumidores de vehículos nuevos le dan preferencia a aquellos por el que se tenga que pagar grandes cantidades de dinero en sus bienes complementarios antes que pagar grandes cantidades por el mismo bien.

También es importante destacar que las variables estudiadas se encuentran influenciadas por el comportamiento de la economía del país, por lo cual, si existe algún cambio significativo, es seguro que tanto la variable respuesta como las variables explicativas empiecen a mostrar un comportamiento distinto al habitual.

A pesar de no incluir la tendencia y la autocorrelación detectadas para la variable respuesta, estas no se encuentran correlacionadas con las variables explicativas del modelo final. En el único caso en que existe una leve correlación es con el precio de los vehículos, por lo cual se puede determinar que las variables explicativas seleccionadas sí son relevantes al no depender de estos comportamientos.

No se consiguió constatar el planteamiento inicial de una relación entre el uso del transporte público y del transporte privado debido a que en el Modelo Econométrico planteado la variable asociada al transporte público no fue significativa. Si bien la relación individual entre los precios del transporte público con la demanda de vehículos presenta una relación lineal, esta variable explicativa también se encuentra correlacionada con la tendencia, lo cual no asegura que esta relación sea la correcta, quedando demostrado con el modelo de incrementos, en el cual a pesar de existir una relación coherente entre la demanda de vehículos y el precio del transporte público, esta no es lo suficientemente fuerte para que el modelo sea confiable. Esta conclusión también permite respaldar el estudio hecho por Cavada (2014) sobre las causas del uso del transporte público en Chile, donde no se encontró una relación con el uso del transporte

privado. Tanto el uso del transporte público como el transporte privado en Chile son explicados por sus propias variables y si bien se puede decir que indirectamente el uso de un transporte afecta al otro, lo primordial es la observación y el control de las variables explicativas de ambos modelos si es que se quiere analizar el verdadero comportamiento, ya sea por la demanda de vehículos como por las transacciones efectuadas.

También es importante destacar que para esta investigación se usaron como referencia datos solo de Santiago debido a no tener una completa disponibilidad de datos, ni siquiera de grandes ciudades como Concepción y Valparaíso. Al tener estas ciudades un sistema de recorridos distintos al de Santiago y al no tener todas las ciudades de Chile un sistema tarifado de buses se es complicado obtener una conclusión acertada de la verdadera relación entre el transporte público y privado, teniendo solo una referencia utilizando la capital de Chile.

Respecto a las leyes analizadas, existen algunas que podrían impactar en la demanda de vehículos nuevos en Chile, tales como las que modifican los requisitos para obtener una licencia de conducir, las que regulan el impuesto específico de los combustibles o las que buscan mejorar y controlar el transporte público. Sin embargo, a las que más hay que ponerle atención son a las leyes y decretos relacionados con las restricciones ambientales, un ejemplo de esto es el Impuesto Verde implantado por la Ley 20.780 (2014), la cual establece un impuesto adicional para la adquisición de vehículos nuevos livianos y medianos, siendo un factor muy importante para la demanda estudiada de dichos vehículos. También se pueden comprobar los estudios que afirman que las restricciones ambientales a los vehículos solo han ocasionado una redistribución de sus ventas y que se le de preferencia a modelos con mayores tecnologías, debido a que la demanda de dichos vehículos sigue poseyendo una tendencia al alza dependiendo más de otros

factores. Restricciones similares al Impuesto Verde, que afecten en el mismo momento que se adquiere el vehículo nuevo, podrían permitir un mayor control en la demanda de vehículos nuevos en Chile.

Se espera que el comportamiento de la venta de vehículos sea similar al ya estudiado siempre y cuando no ocurran hechos que impacten significativamente a la economía nacional. Por esta razón es probable que consecuencias como una congestión del transito y un estrés en los conductores sigan observándose, las cuales deben controlarse. Un buen ejemplo para mejorar las condiciones de tránsito es lo ya analizado del ancho de vía, el cual a pesar de encontrarse en el rango ideal con 3,5 metros como máximo, puede desagregarse por tipo de vehículo, permitiendo vías más anchas cuando las condiciones lo ameriten, teniendo de esta forma un espacio más organizados para la circulación de vehículos en las pistas urbanas del país.

7. REFERENCIAS

Aguilera M., Contreras F., Vargas V., Vargas F. y Vigorena L. (2016). *Modelo para estimar la demanda de vehículos medianos y livianos a nivel nacional.* Universidad de la Serena.

Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G (2012). *Anuario Automotriz 2012.* Recuperado de https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2017/11/anuario2012-1.pdf

Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G (2017). *Anuario Automotriz 2016/2017.* Recuperado de https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2017/11/Anuario-2017.pdf

Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G (2019). *Informe del Mercado Automotor Diciembre 2018.* Recuperado de https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2019/01/12-Informe-del-Mercado-Automotor-Diciembre-2018.pdf

Barahona H. (2013). *La difusión de una tecnología más limpia: Los efectos de la restricción vehicular en la renovación del parque automotor.* (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Bull A. (2003). *Congestión de Tránsito: El Problema y cómo enfrentarlo.* Santiago, Chile: CEPAL.

Cavada J. (2014). *Formulación y Análisis de Modelos de Demanda Agregada de Validaciones y Viajes en Transantiago.* (Tesis de grado). Universidad de Chile.

Correa M. (1994). *La Demanda por Vehículos Motorizados, Contaminación Atmosférica y el Convertidor Catalítico*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Decreto N°16. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 06 de junio de 1998.

Decreto N°47. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 05 de junio de 1992.

Decreto N°54. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 03 de mayo de 1994.

Decreto N°55. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 08 de mayo de 1994.

Decreto N°211. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 11 de diciembre de 1991.

Díaz, Gómez-Lobo y Velasco (2004). *Micros en Santiago: de enemigo público a servicio público.* Recuperado de: https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20160304/20160304093441/r96_diazyotros_micros.pdf

Directorio de Transporte Público Metropolitano (2019). *Informe de Gestión 2018.* Recuperado de: http://www.dtpm.cl/descargas/memoria/Informe_Gestion_2018_DTPM.pdf

Gujarati D. y Porter D. (2010). *Econometría.* México: McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Estadísticas (2019). *Cifras 2018.* [Base de datos]. Recuperado de: https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones?categoria=Anuarios

Instituto Nacional de Estadísticas (2019). *Encuesta Suplementaria de Ingresos: Síntesis de Resultados.* Recuperado de: https://www.ine.cl/docs/default-source/encuesta-

suplementaria-de-ingresos/publicaciones-y-anuarios/s%C3%ADntesis-de-resultados/2018/sintesis_nacional_esi_2018.pdf?sfvrsn=eed2fa51_3

Karim D. (2015). Narrower Lanes, Safer Streets, presentado en la conferencia: Canadian Institute of Transportation Engineers, Regina, Canadá.

La Nación (2019). *Gobierno presentó el sistema de transporte público Red en regiones.* Recuperado de: http://lanacion.cl/2019/05/29/gobierno-presento-el-sistema-de-transporte-publico-red-en-regiones/

La Tercera (2018). *Cómo cambio Chile: PIB per cápita se multiplicó por cinco y pobreza se desplomó.* Recuperado de: https://www.latercera.com/negocios/noticia/cambio-chile-pib-per-capita-se-multiplico-cinco-pobreza-se-desplomo/342745/

Ley N° 18.290. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 07 de febrero de 1984.

Ley N° 18.483. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 28 de diciembre de 1985.

Ley N° 18.502. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 03 de abril de 1986.

Ley N° 18.290. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 07 de febrero de 1984.

Ley N° 18.696. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 31 de marzo de 1988.

Ley N° 19.011. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 12 de diciembre de 1990.

Ley N° 19.593. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 17 de noviembre de 1998.

Ley N° 20.206. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 06 de julio de 2007.

Ley N° 20.378. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 05 de septiembre de 2007.

Ley N° 20.780. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 29 de septiembre de 2014.

Ley N° 20.855. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago de Chile, 25 de septiembre de 2015.

Ministerio del Medio Ambiente (2019). *Subsecretario Riesco anuncia Anteproyecto de la norma de emisiones Euro 6 para vehículos livianos y medianos*. Recuperado de: https://mma.gob.cl/subsecretario-riesco-anuncia-anteproyecto-de-la-norma-de-emisiones-euro-6-para-vehiculos-livianos-y-medianos/

Nomine Populi (2017). *Resultados Estudio: Transporte en Chile.* Recuperado de: https://miempresa515.files.wordpress.com/2017/12/res_estudio_transporte_v2_26_12_17.pdf

Parkin M. y Loría E. (2010). *Microeconomía: Versión para Latinoamérica.* México: Pearson Educación.

Peterniak R. et al (2018). *Safety Evaluation of Lane Widths in the City of Edmonton.* Recuperado de https://www.tac-atc.ca/sites/default/files/conf_papers/peterniakr_-safety_evaluation.pdf.

Ranjan S. y Welle B. (2016). *Bigger Isn't Always Better: Narrow Traffic Lanes Make Cities Sager.* Recuperado de: https://thecityfix.com/blog/bigger-isnt-always-better-narrow-traffic-lanes-make-cities-safer-subha-ranjan-banerjee-ben-welle/

ANEXOS

A. Principales modificaciones de leyes y decretos que han impactado al transporte en Chile

Ley	Fecha	Descripción
19.495	08/03/1997	Modifica la ley nº 18.290, ley de tránsito, en lo relativo a la obtención de licencias de conducir.
19.552	10/02/1998	Modifica las leyes nºs 18.290 y 19.495, en materia de desempeño simultaneo de funciones de conductor y de cobrador de boletos en el transporte público de pasajeros.
19.572	05/08/1998	Modifica el artículo 1º transitorio de la ley nº 19.495, para eliminar el requisito de enseñanza básica respecto de las personas que renuevan la licencia de conducir.
19.710	20/01/2001	Modifica la ley nº 18.290, de tránsito, en lo relativo a la obtención de las licencias de conducir.
19.725	28/04/2001	Modifica requisito de estudios para obtener licencias de conducir, establecido en la ley nº 18.290.
19.773	26/11/2001	Regula exigencia de cobradores o expendedores de boletos en vehículos de transporte público de pasajeros.

19.816	07/08/2002	Modifica diversos cuerpos legales en materia de multas de tránsito
19.902	09/10/2003	Modifica la ley de tránsito, para permitir la eliminación de anotaciones en el registro nacional de conductores de vehículos motorizados en las condiciones que indica
20.046	30/09/2005	Modifica la ley nº 18.290, de tránsito, con el fin de permitir el reconocimiento de las licencias de conducir expedidas en el extranjero.
20.068	10/12/2005	Introduce diversas modificaciones a la ley nº 18.290, en materia de tránsito terrestre.
20.508	18/04/2011	Con la finalidad de exigir cinturones de seguridad y artefactos técnicos limitadores de velocidad en los buses de transporte público
20.513	23/06/2011	Permite el acceso uniforme a las licencias profesionales cumpliendo los requisitos exigidos en la Ley de Tránsito
20.580	15/03/2012	Modifica ley n° 18.290, aumentando las sanciones por manejo en estado de ebriedad, bajo la influencia de sustancias estupefacientes o sicotrópicas, y bajo la influencia del alcohol.

20.626	29/10/2012	Modifica artículo 109 de la *ley* nº 18.290 de tránsito, estableciendo regulación del concepto de condición física o psíquica deficiente.
20.770	16/09/2014	Modifica la ley del tránsito, en lo que se refiere al delito de manejo en estado de ebriedad, causando lesiones graves, gravísimas o, con resultado de muerte.
20.904	16/03/2016	Aumenta las sanciones por no uso de dispositivos de seguridad para menores de edad en vehículos particulares.
21.083	05/04/2018	Adopta medidas de seguridad y control en medios de pago del transporte público de pasajeros.
21.103	04/08/2018	Modifica la ley de tránsito, en lo relativo a la velocidad máxima de circulación en zonas urbanas.
21.114	04/10/2018	Modifica el artículo 12 de la ley nº 18.290, de tránsito, en lo relativo a la licencia profesional.

Tabla A1: Leyes que modifican a la Ley N°18.290.

(Fuente: Elaboración propia).

Ley	Fecha	Descripción
20.052	27/09/2005	Modifica la ley nº 18.502, en relación con el impuesto al gas y establece regulaciones complementarias para la utilización del gas como combustible en vehículos
20.265	23/05/2008	Elimina el componente fijo del impuesto específico que grava la utilización de los combustibles gas natural comprimido y gas licuado de petróleo
20.633	13/09/2012	Fortalece el carácter variable del impuesto específico sobre los combustibles de uso vehicular para reducir el impacto de las alzas en sus precios

Tabla A2: Leyes que modifican a la Ley N°18.502.

(Fuente: Elaboración propia).

Ley	Fecha	Descripción
20.378	05/09/2009	Crea un subsidio nacional para el transporte remunerado de pasajeros
20.504	19/03/2011	Modifica el régimen jurídico del transporte público concesionado
20.696	26/09/2013	Modifica la ley nº 20.378 que crea un subsidio nacional al transporte público remunerado de pasajeros, incrementando los recursos del subsidio y creando el fondo de apoyo regional (FAR)

20.877	30/11/2015	Introduce mejoras al transporte público remunerado de pasajeros
20.958	15/10/2016	Establece un sistema de aportes al sistema público

Tabla A3: Leyes que modifican a la Ley N°18.696.

(Fuente: Elaboración propia).

Ley	Fecha	Descripción
20.468	11/11/2010	Aumenta subsidio nacional transitorio al transporte público remunerado de pasajeros
20.696	26/11/2013	Modifica la ley nº 20.378 que crea un subsidio nacional al transporte público remunerado de pasajeros, incrementando los recursos del subsidio y creando el fondo de apoyo regional (FAR)
20.877	30/11/2015	Introduce mejoras al transporte público remunerado de pasajeros

Tabla A4: Leyes que modifican a la Ley N°20.378.

(Fuente: Elaboración propia).

Decreto/Resolución	Fecha	Descripción
280	14/02/1992	Modifica decreto n°211, de 1991
205	27/10/1998	Modifica decretos nºs. 211, de 1991 y 54, de 1994
103	15/09/2000	Establece norma de emisión de hidrocarburos no metánicos para vehículos livianos y medianos
58	29/01/2004	Reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana (PPDA)
95	31/08/2005	Modifica normas de emisión aplicables a vehículos motorizados livianos, medianos y pesados, contenidas en los decretos supremos nºs 211 de 1991, 54 y 55, de 1994
66	16/04/2010	Revisa, reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana (PPDA)
29	29/09/2012	Modifica decreto nº 211, de 1991, del ministerio de transportes y telecomunicaciones, que establece normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos
28	29/09/2012	Modifica decreto nº 54, de 1994, del ministerio de transportes y telecomunicaciones, que

		establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica
Resolución 114 exenta	21/03/2019	Aprueba anteproyecto de revisión de las normas de emisión aplicables a vehículos motorizados livianos
Resolución 115 exenta	21/03/2019	Aprueba anteproyecto de revisión de las normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos

Tabla A5: Decretos y Resoluciones que modifican los decretos N°s 211 y 54.

(Fuente: Elaboración propia).

Decreto	**Año**	**Descripción**
20	12/04/2001	Modifica d.s. nº16, de 1998

Tabla A6: Decretos que modifican el Decreto supremo N°16, de 1998.

(Fuente: Elaboración propia).

B. Gráficos y tablas modelo econométrico tradicional

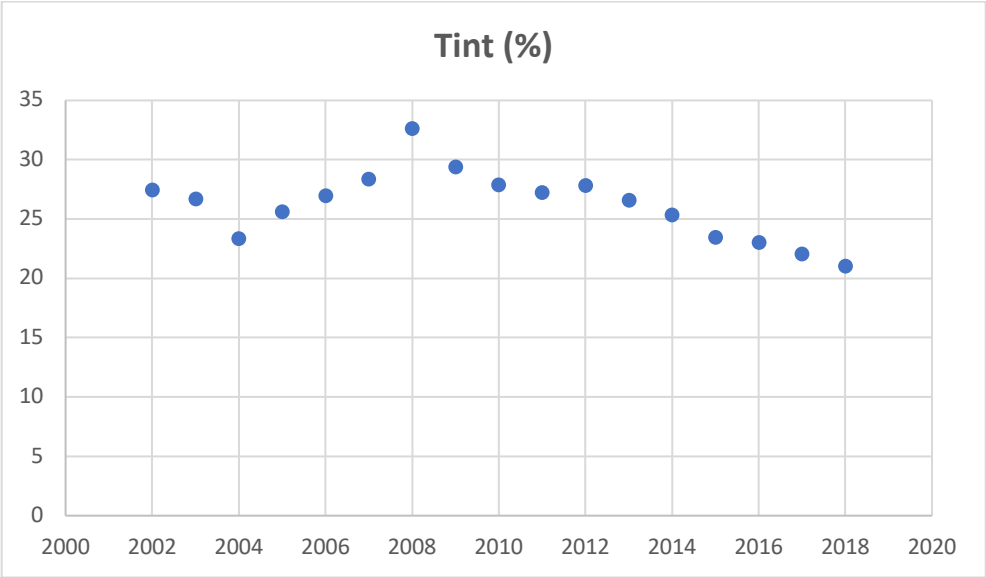

Figura B1: Gráfico de la variable Tint en el tiempo.

Fuente: (Elaboración propia).

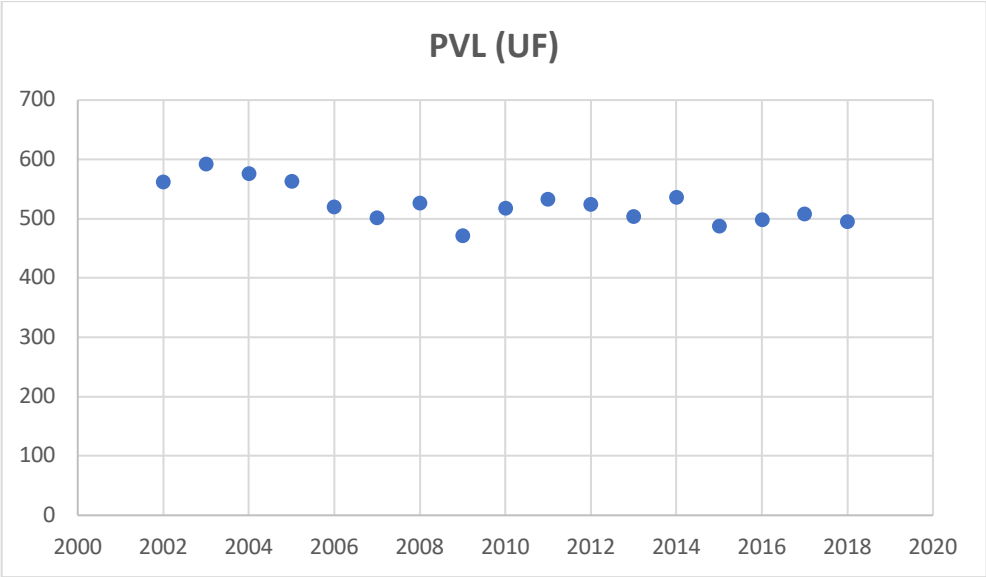

Figura B2: Gráfico de la variable PVL en el tiempo.

Fuente: (Elaboración propia).

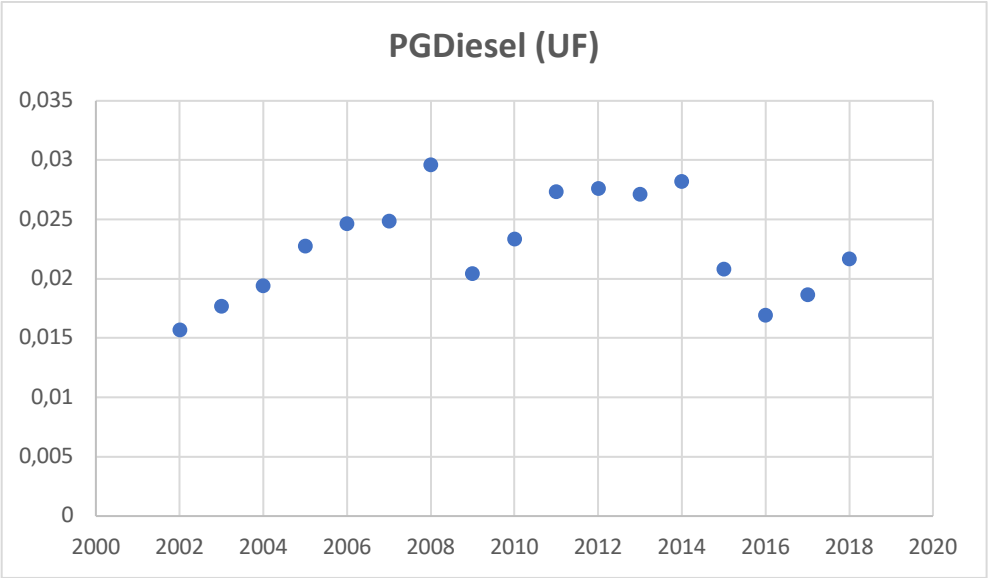

Figura B3: Gráfico de la variable PDiesel en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

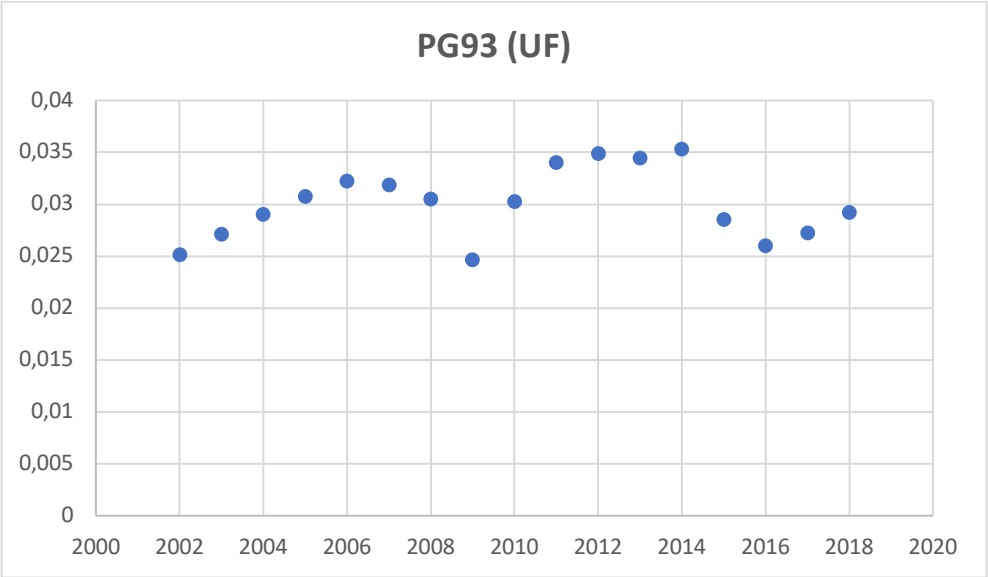

Figura B4: Gráfico de la variable PG93 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

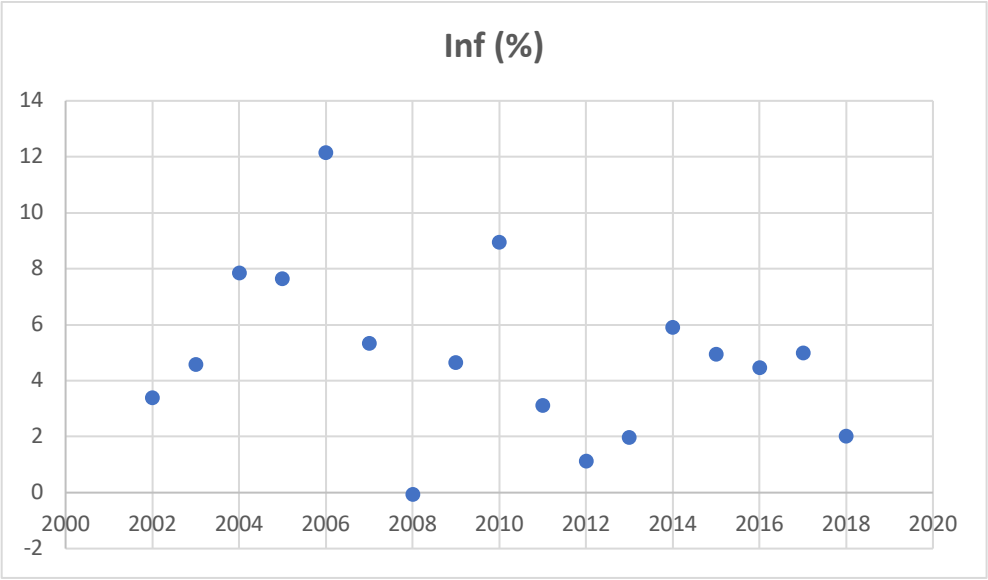

Figura B5: Gráfico de la variable Inf en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

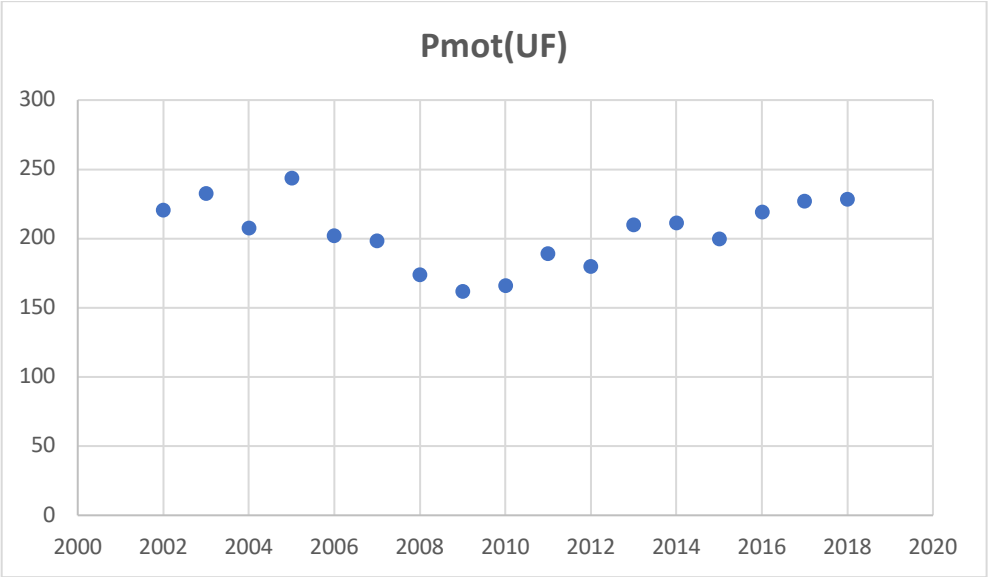

Figura B6: Gráfico de la variable Pmot en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

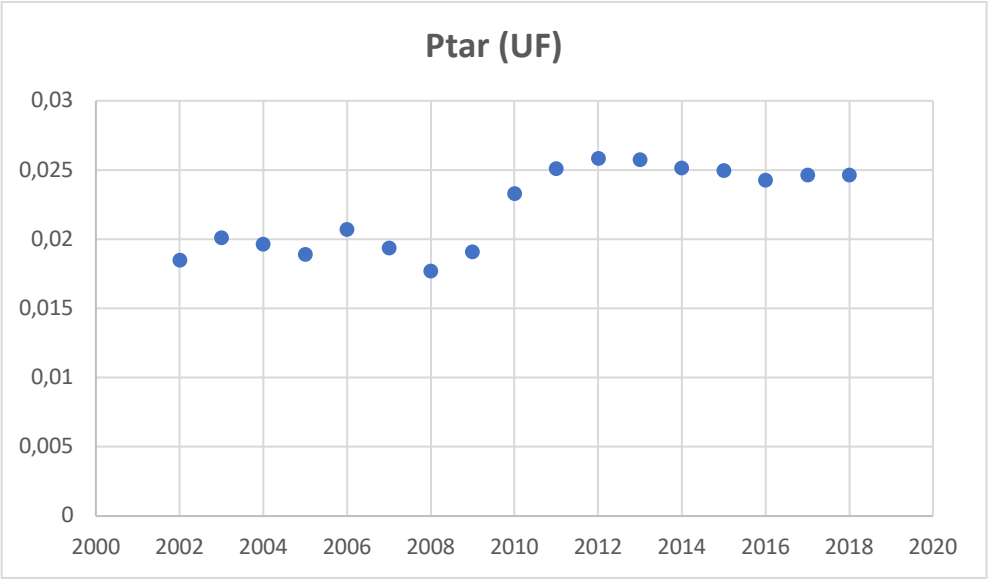

Figura B7: Gráfico de la variable Ptar en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

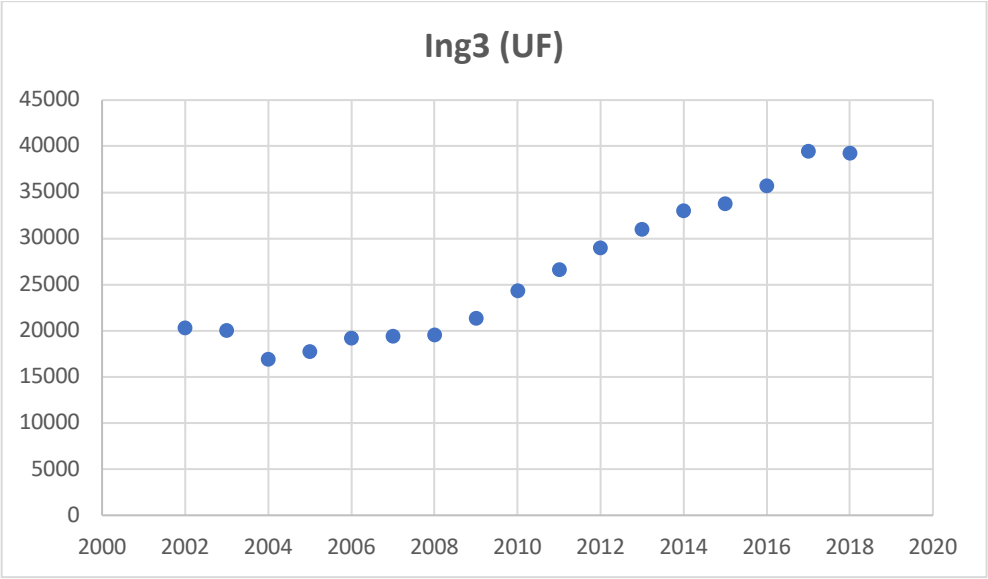

Figura B8: Gráfico de la variable Ing3 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

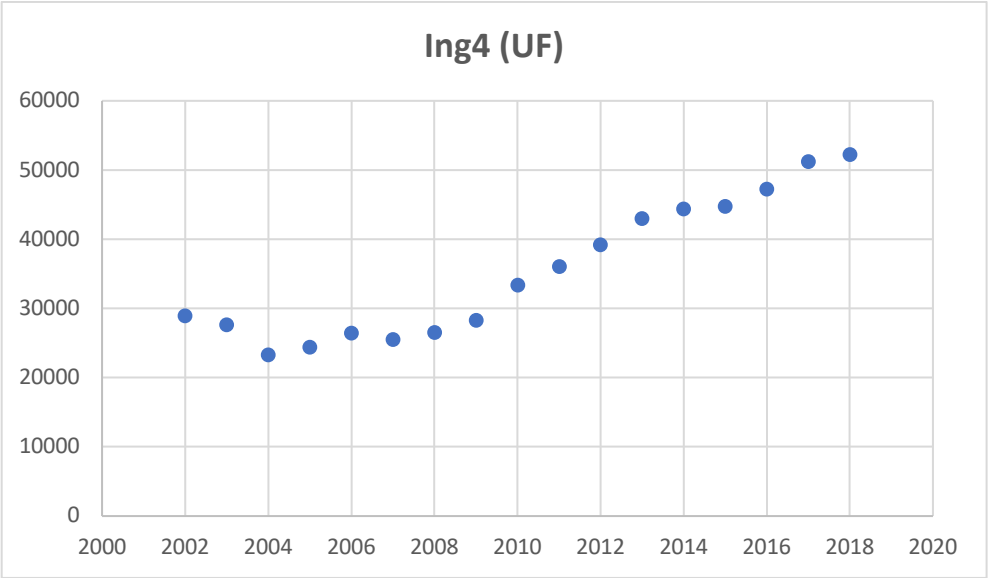

Figura B9: Gráfico de la variable Ing4 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

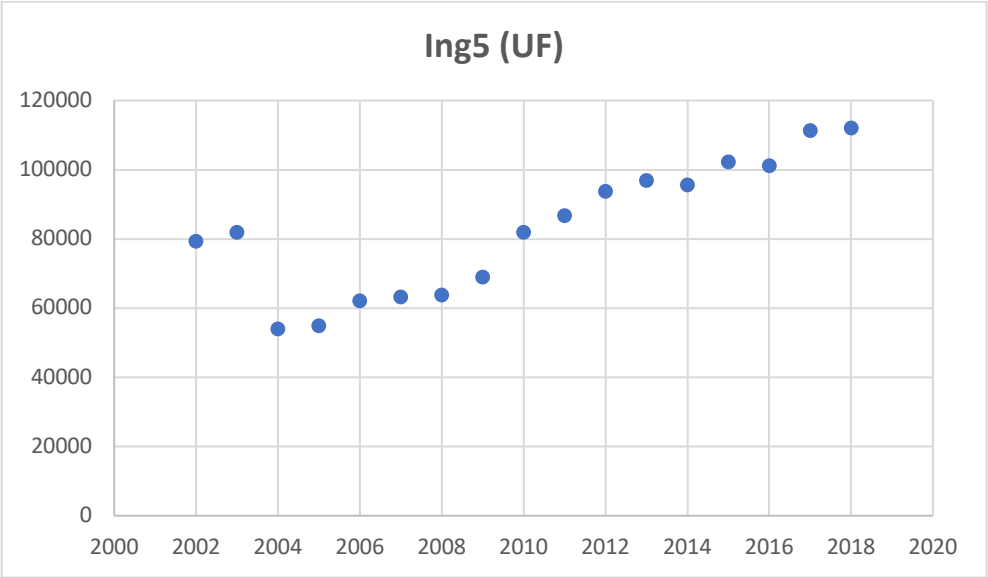

Figura B10: Gráfico de la variable Ing5 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

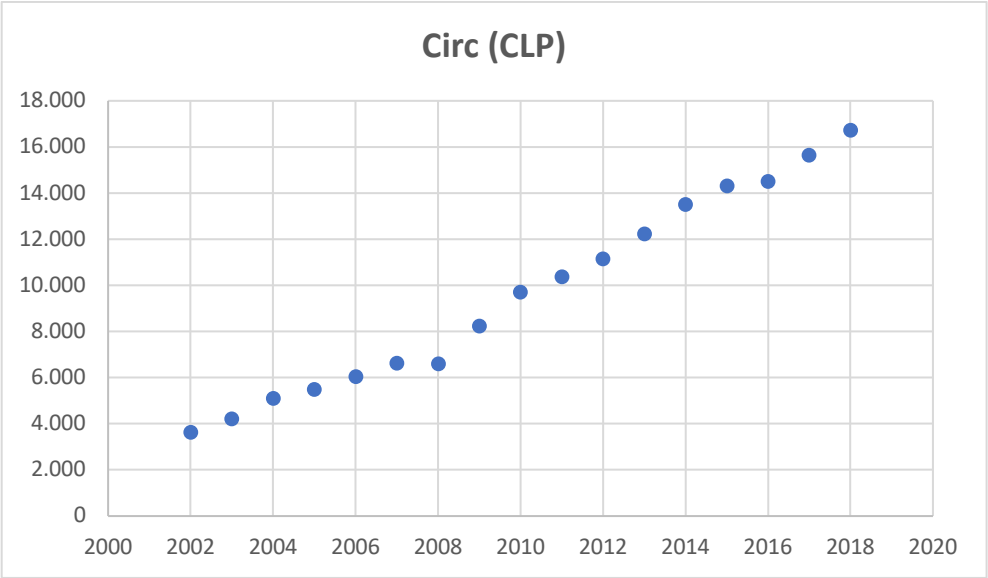

Figura B11: Gráfico de la variable Circ en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

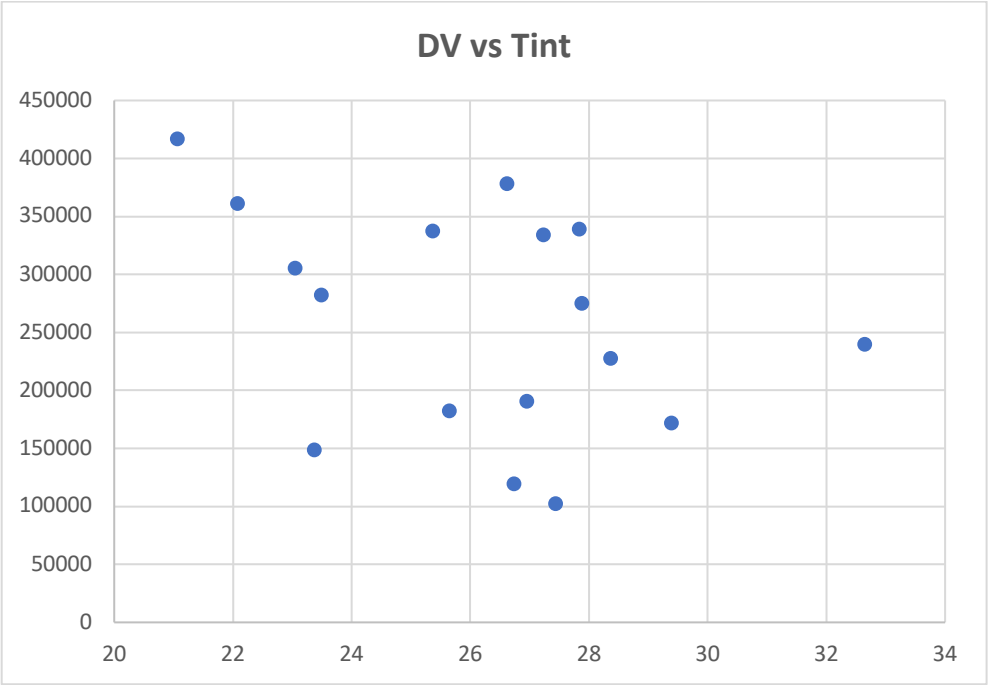

Figura B12: Gráfico de la variable DV vs Tint.

(Fuente: Elaboración propia).

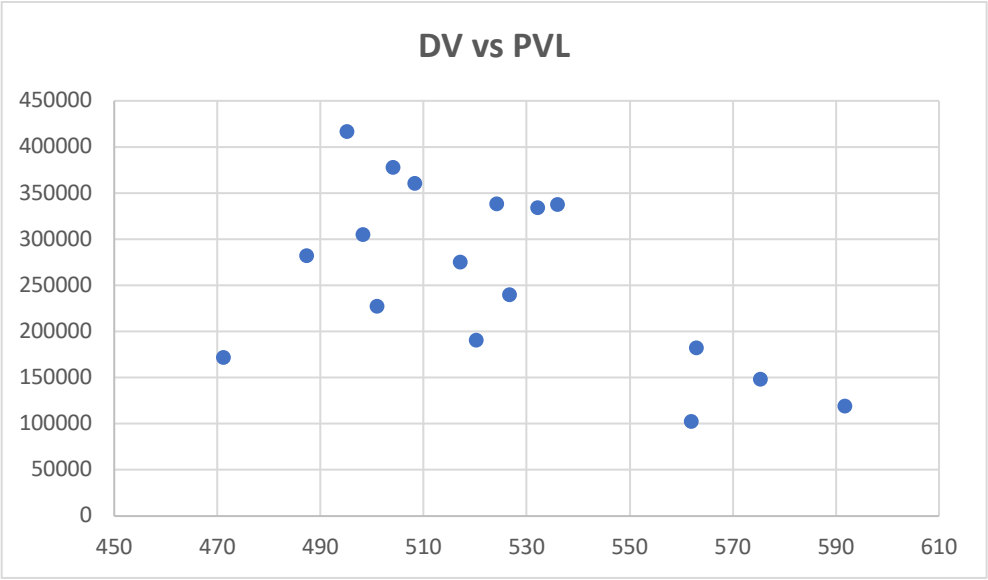

Figura B13: Gráfico de la variable DV vs PVL

(Fuente: Elaboración propia).

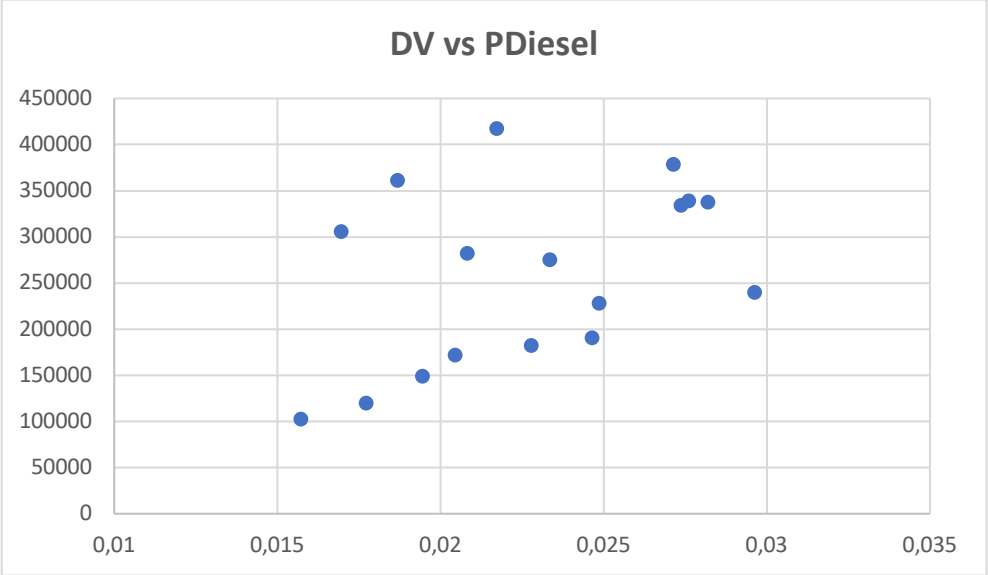

Figura B14: Gráfico de la variable DV vs PDiesel.

(Fuente: Elaboración propia).

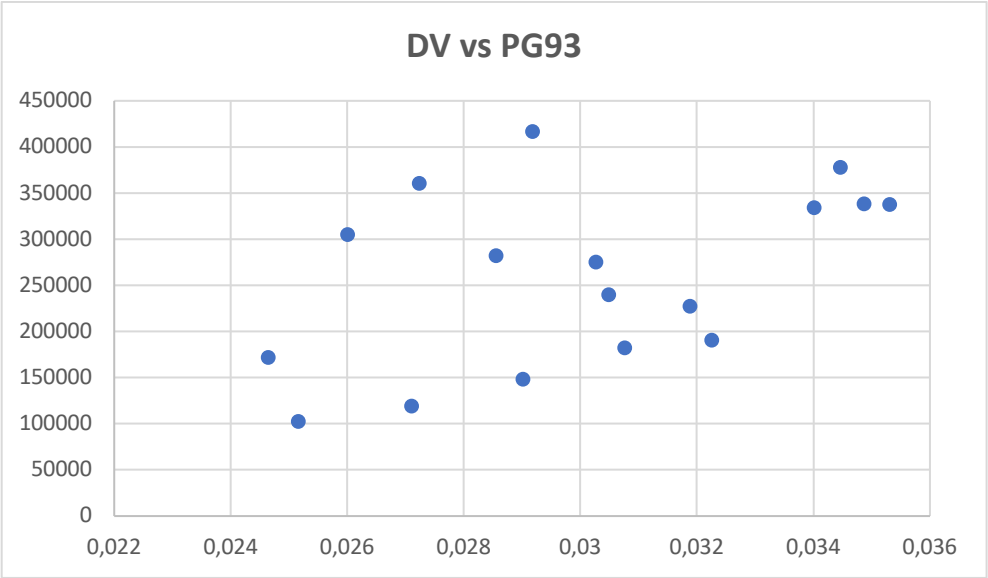

Figura B15: Gráfico de la variable DV vs PG93.

(Fuente: Elaboración propia).

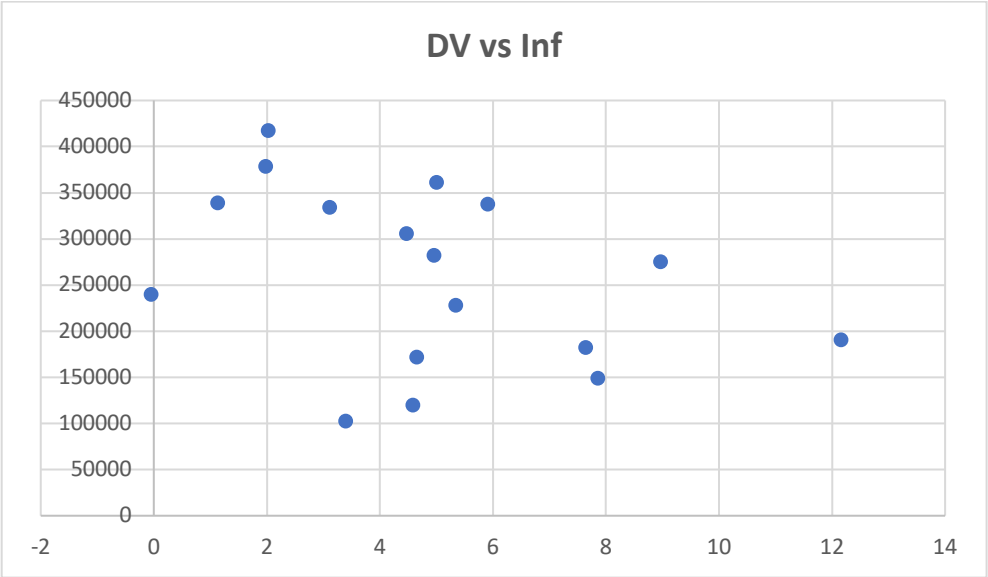

Figura B16: Gráfico de la variable DV vs Inf.

(Fuente: Elaboración propia).

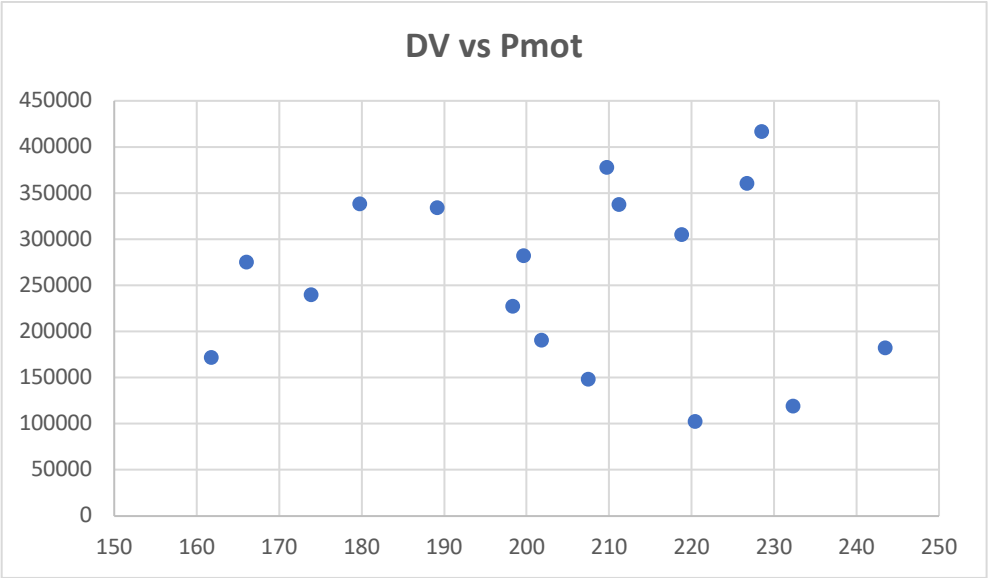

Figura B17: Gráfico de la variable DV vs Pmot.

(Fuente: Elaboración propia).

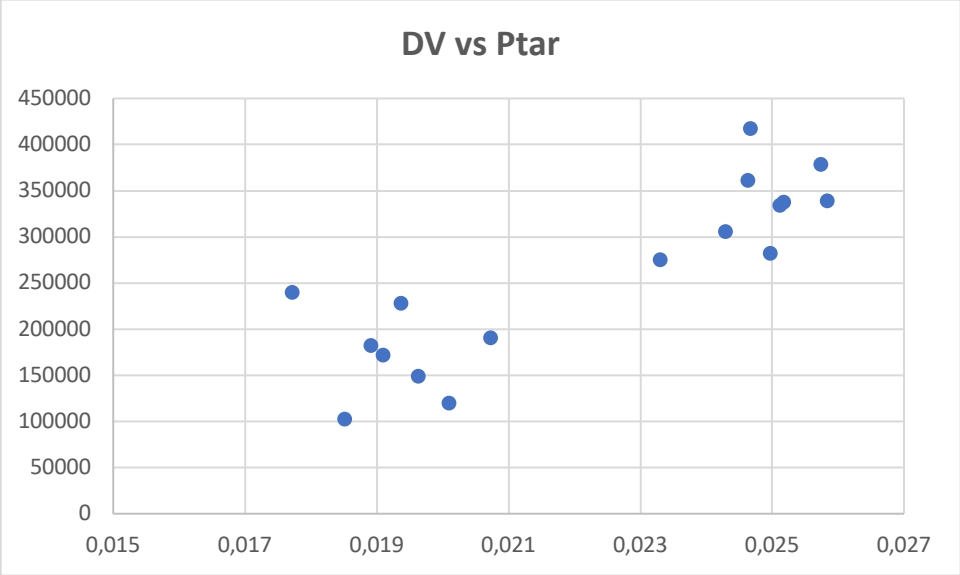

Figura B18: Gráfico de la variable DV vs Ptar.

(Fuente: Elaboración propia).

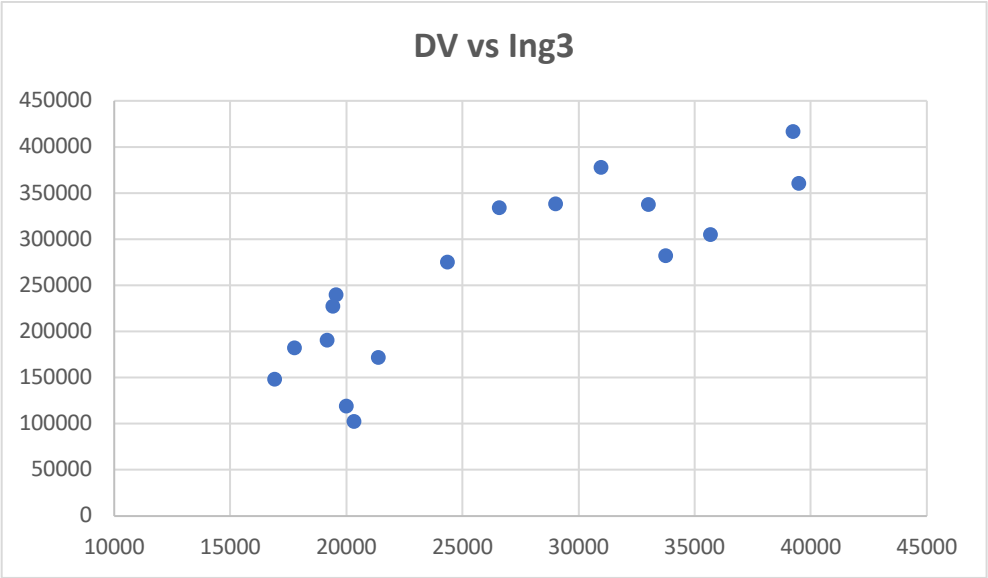

Figura B19: Gráfico de la variable DV vs Ing3.

(Fuente: Elaboración propia).

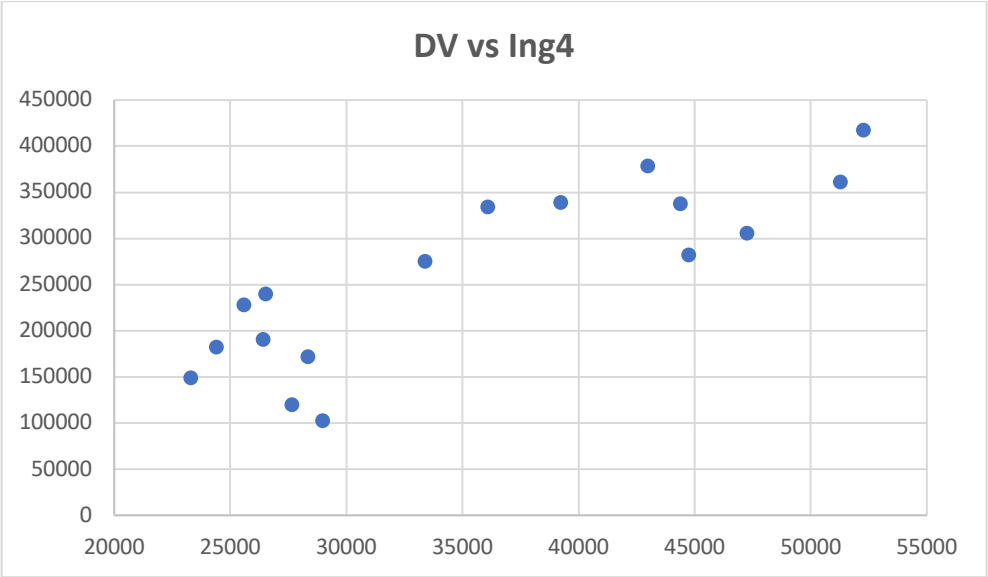

Figura B20: Gráfico de la variable DV vs Ing4.

(Fuente: Elaboración propia).

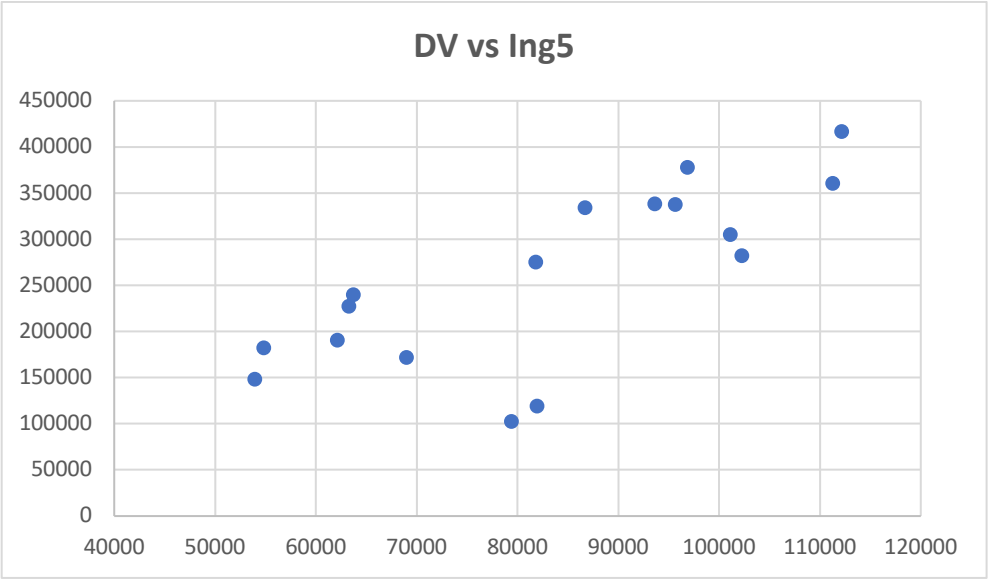

Figura B21: Gráfico de la variable DV vs Ing5.

(Fuente: Elaboración propia).

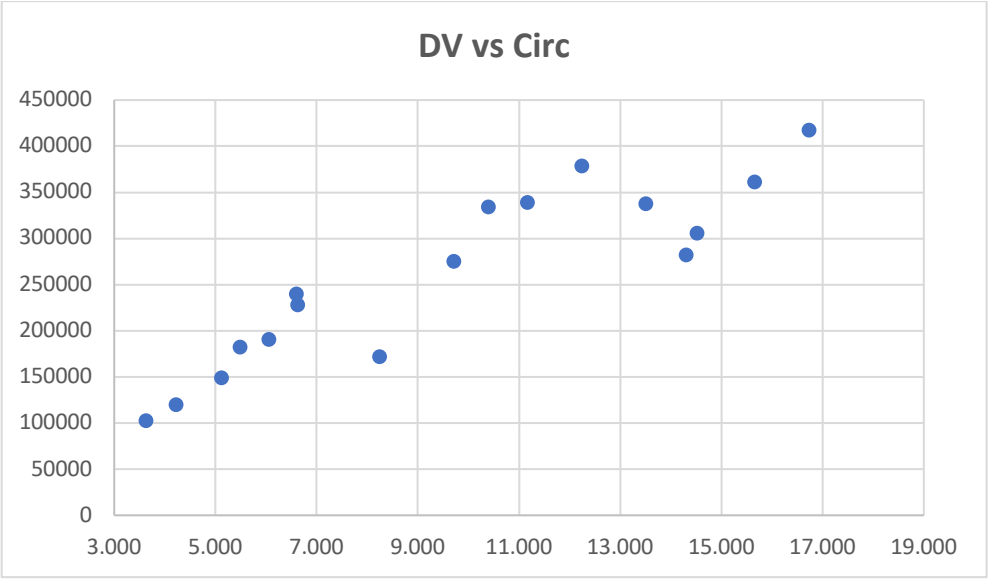

Figura B22: Gráfico de la variable DV vs Circ.

(Fuente: Elaboración propia).

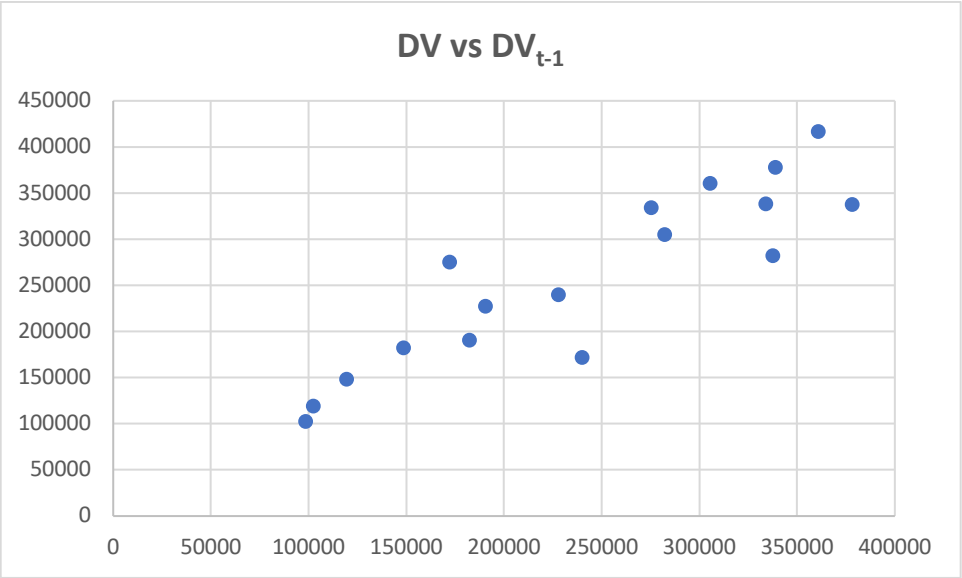

Figura B23: Gráfico de la variable DV vs DV_{t-1}.

Fuente: Elaboración propia.

Variable	Coeficiente de correlación
Tint	-0,372
PVL	-0,550
PDiesel	0,432
PG93	0,471
Inf	-0,376
Pmot	-0,027
Ptar	0,858
Ing3	0,845
Ing4	0,848
Ing5	0,759
Circ	0,900
T	0,912
DVt-1	0,897

Figura B24: Coeficientes de correlación entre las variables explicativas y la variable respuesta.

(Fuente: Elaboración propia).

	Tint	PVL	PDiesel	PG93	Inf	PMotos	PBus	Ing3	Ing4	Ing5	Circ	T	DVt-1
Tint	1	0,056	0,487	0,182	-0,183	-0,647	-0,500	-0,641	-0,635	-0,556	-0,585	-0,510	-0,314
PVL		1	-0,162	0,034	0,162	0,429	-0,382	-0,521	-0,498	-0,409	-0,639	-0,690	-0,644
PDiesel			1	0,875	-0,205	-0,448	0,223	-0,045	-0,036	-0,110	0,095	0,155	0,422
PG93				1	-0,030	-0,153	0,428	0,045	0,065	0,002	0,139	0,153	0,404
Inf					1	0,090	-0,197	-0,332	-0,342	-0,414	-0,279	-0,310	-0,421
Pmot						1	0,026	0,210	0,219	0,202	0,060	-0,007	-0,097
Ptar							1	0,838	0,852	0,834	0,850	0,819	0,809
Ing3								1	0,998	0,953	0,968	0,946	0,837
Ing4									1	0,961	0,960	0,935	0,835
Ing5										1	0,875	0,840	0,746
Circ											1	0,993	0,898
T												1	0,910
DVt-1													1

Figura B25: Matriz de correlaciones entre las variables explicativas.

(Fuente: Elaboración propia).

C. Gráficos y tablas modelo econométrico de incrementos

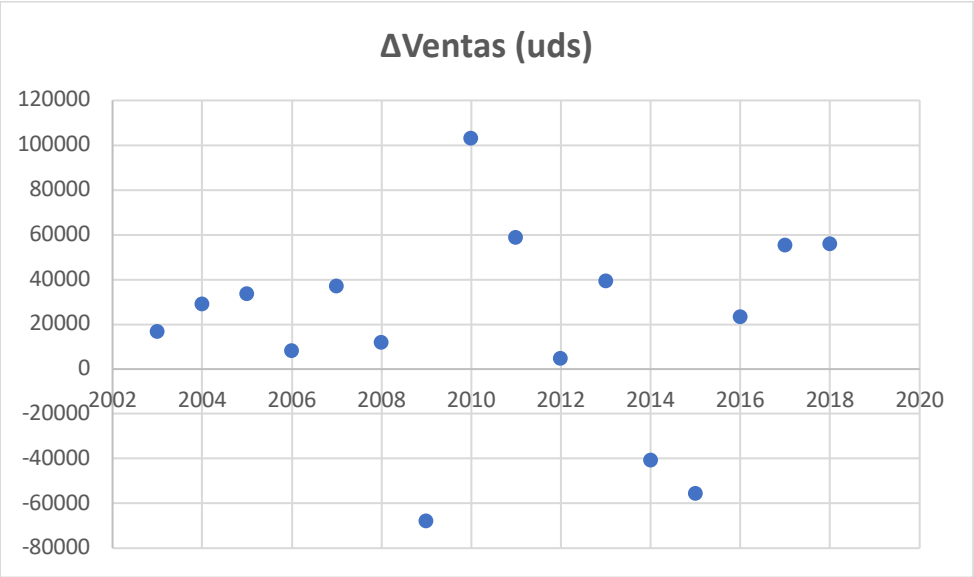

Figura C1: Gráfico de la variable ΔDV en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

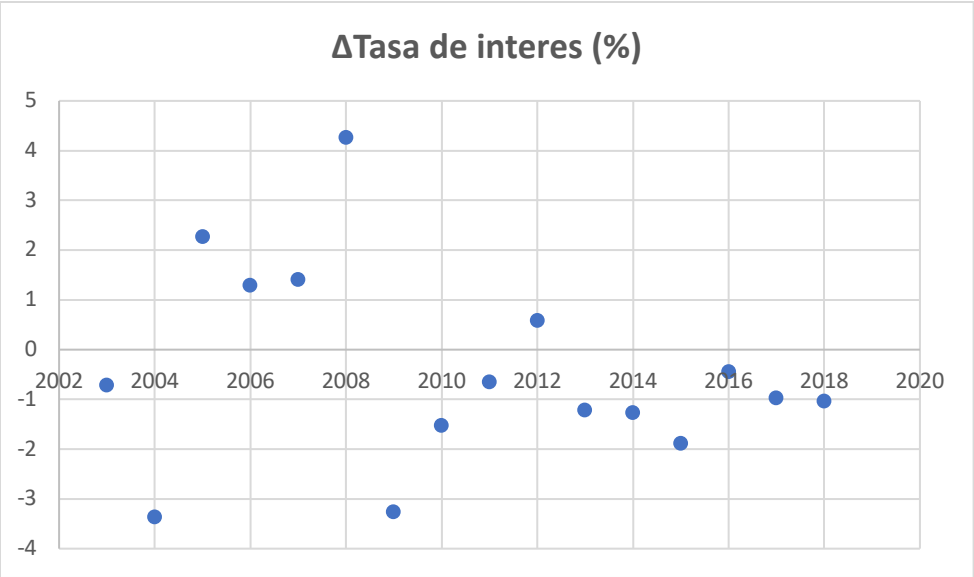

Figura C2: Gráfico de la variable ΔTint en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

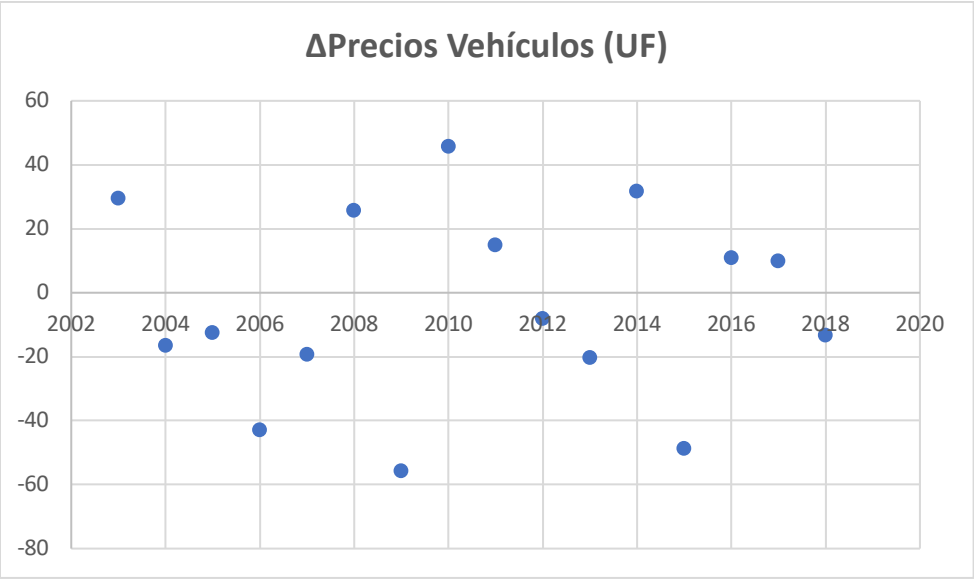

Figura C3: Gráfico de la variable ΔPVL en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

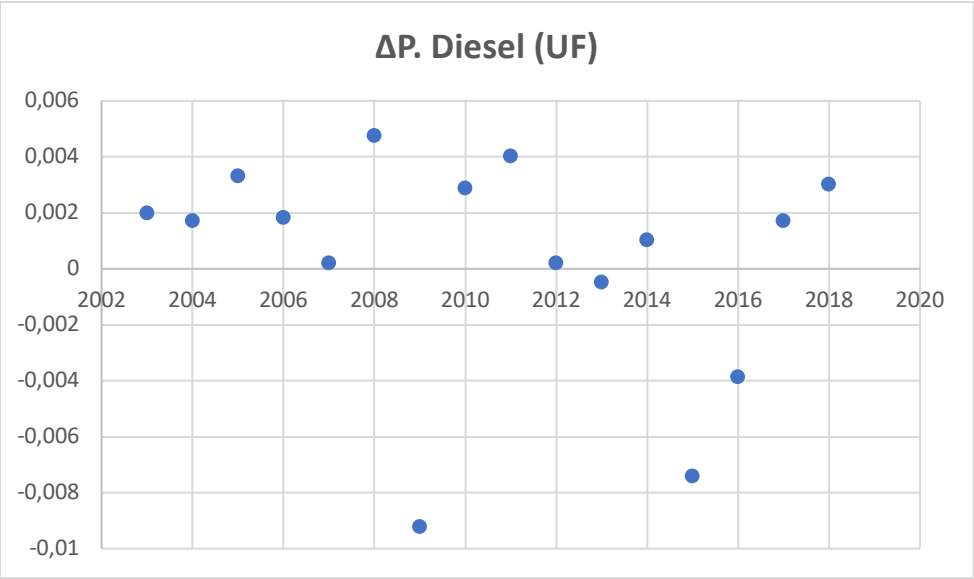

Figura C4: Gráfico de la variable ΔPDiesel en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

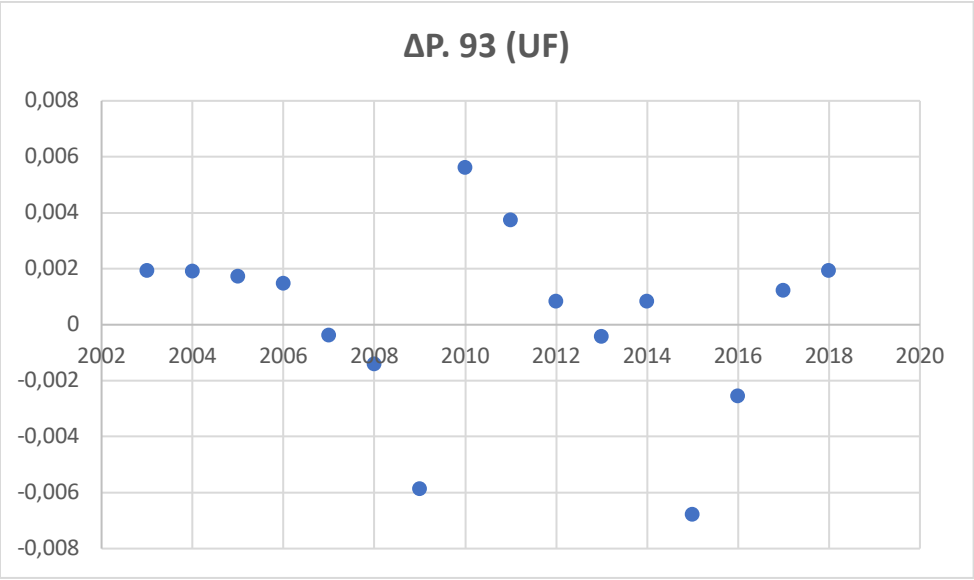

Figura C5: Gráfico de la variable ΔPG93 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

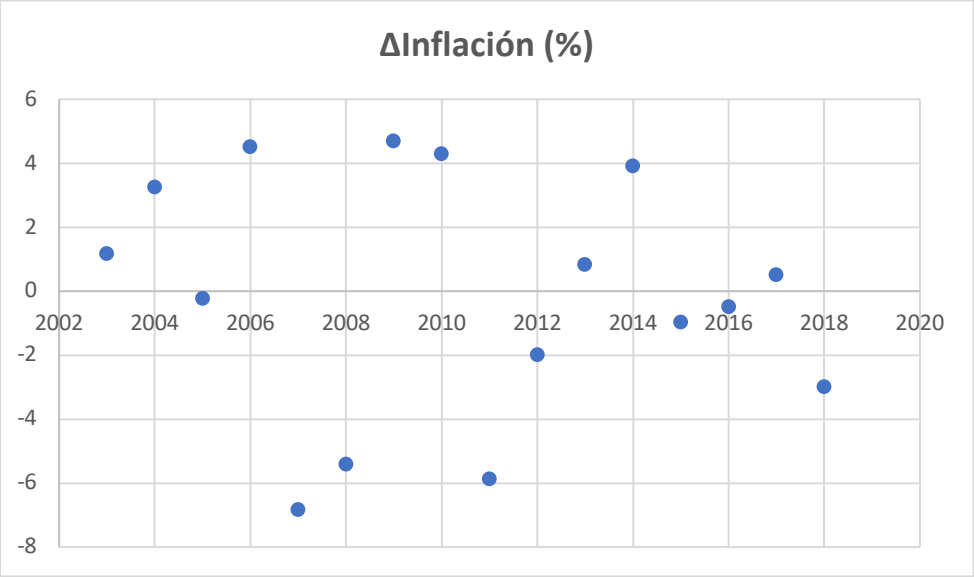

Figura C6: Gráfico de la variable ΔInf en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

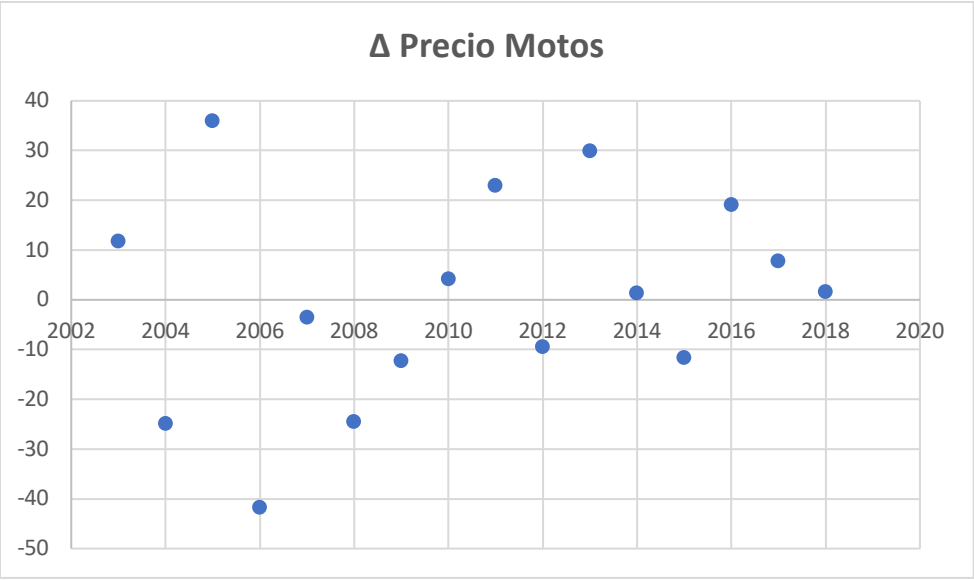

Figura C7: Gráfico de la variable ΔPmot en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

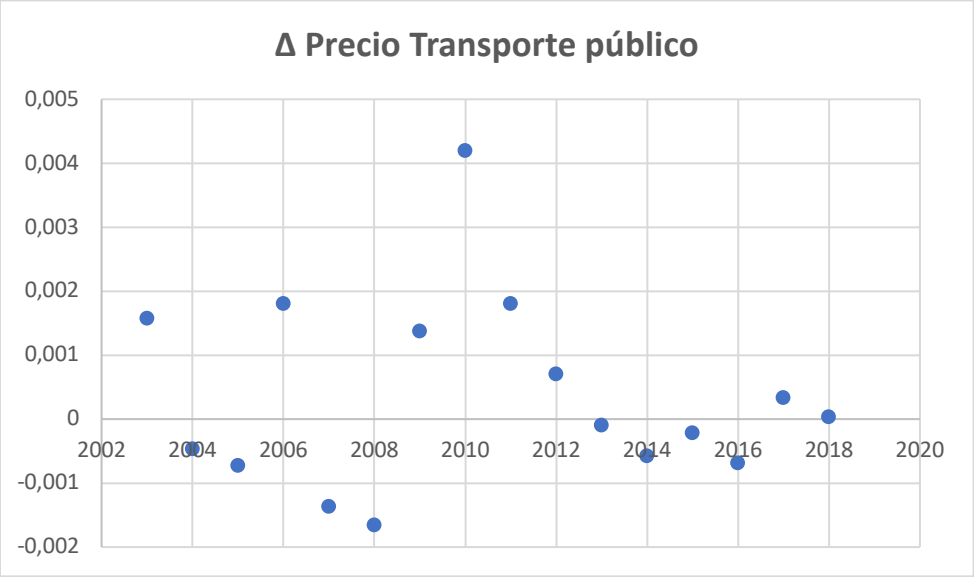

Figura C8: Gráfico de la variable ΔPtar en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

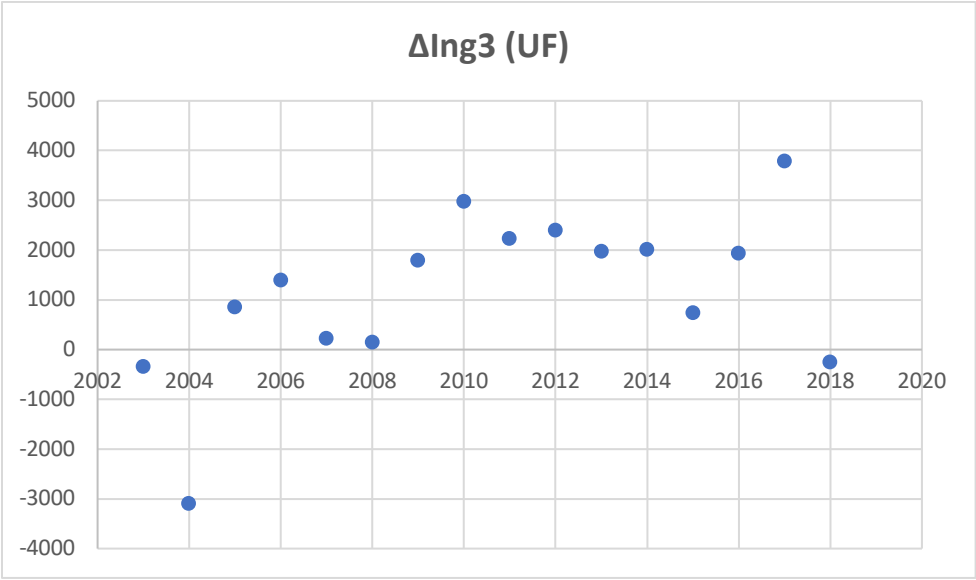

Figura C9: Gráfico de la variable ΔIng3 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

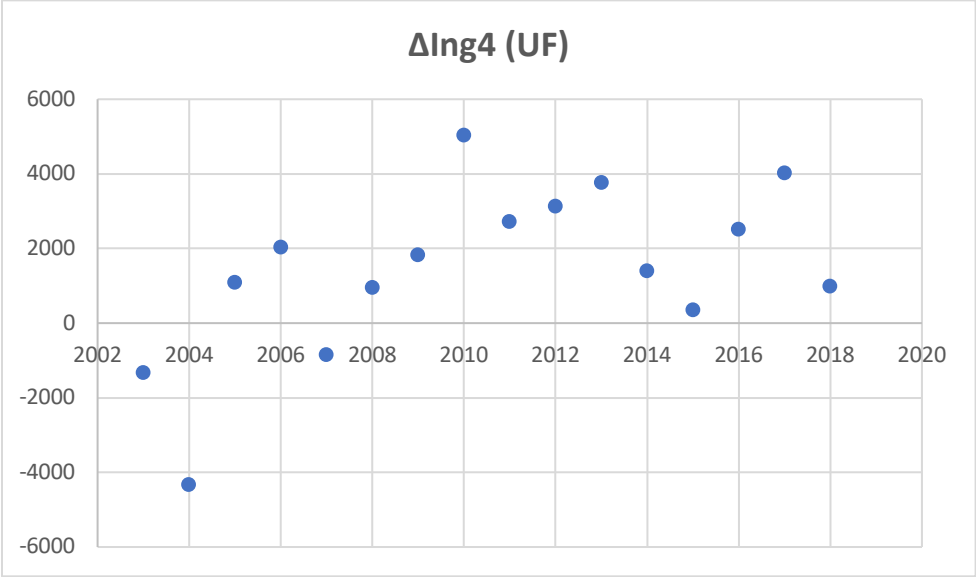

Figura C10: Gráfico de la variable ΔIng4 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia):

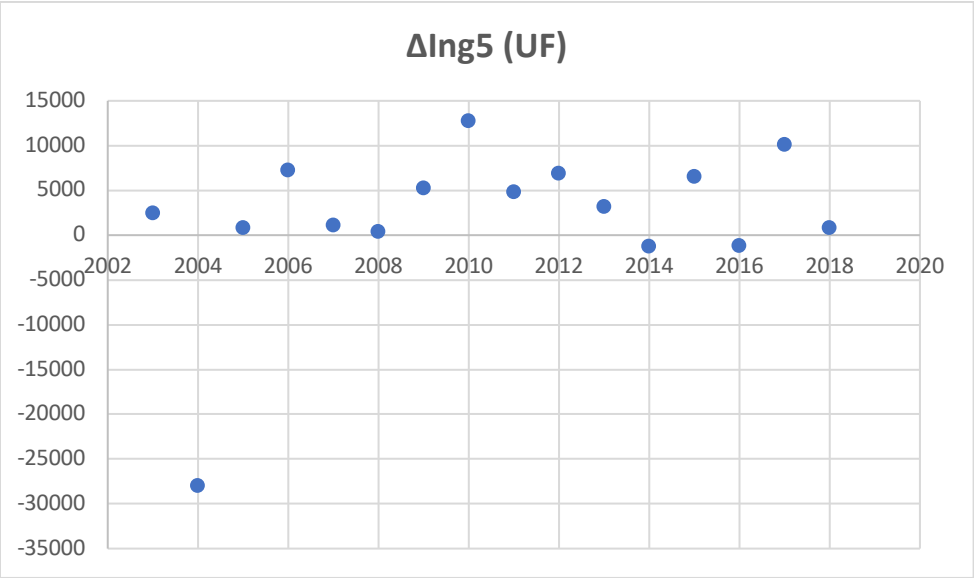

Figura C11: Gráfico de la variable ΔIng5 en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

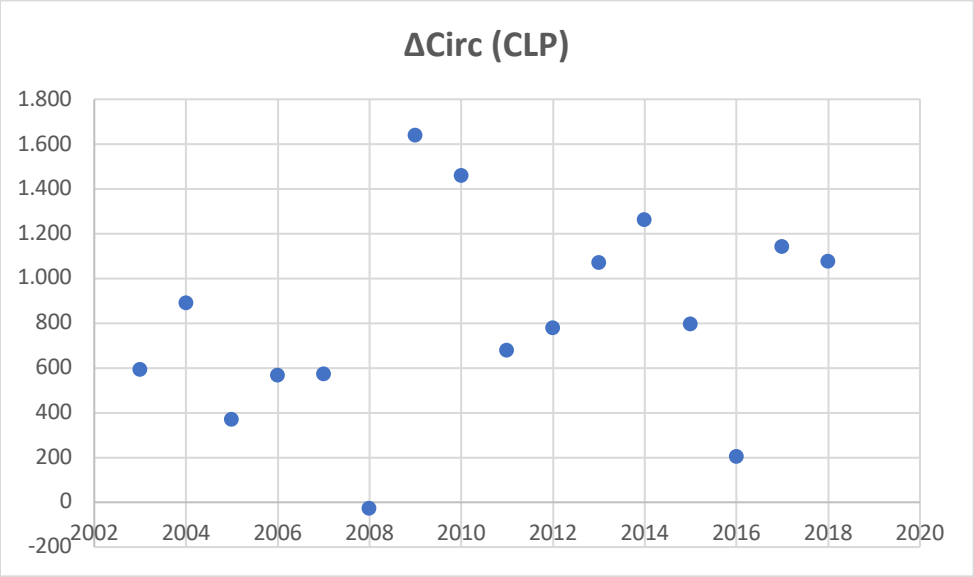

Figura C12: Gráfico de la variable ΔCirc en el tiempo.

(Fuente: Elaboración propia).

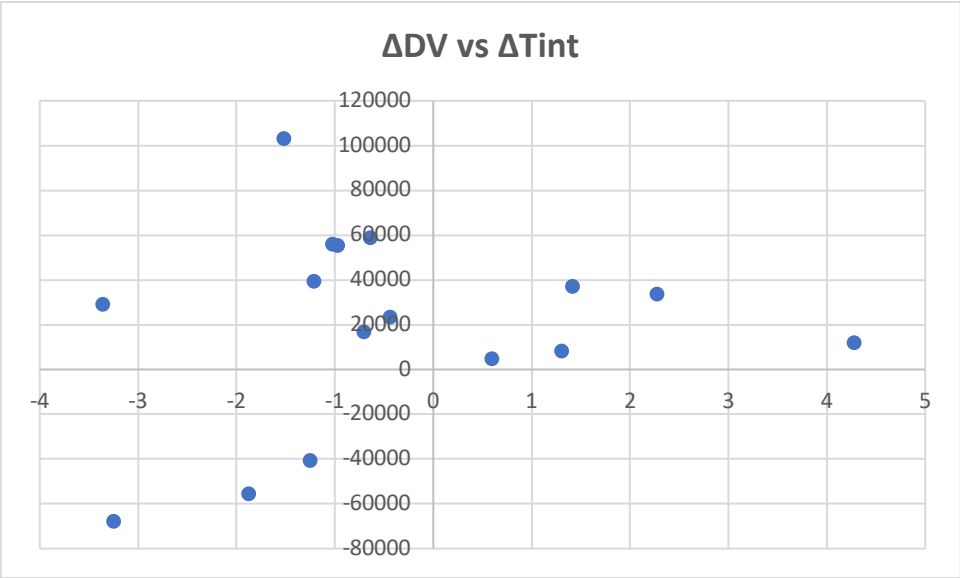

Figura C13: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔTint.

(Fuente: Elaboración propia).

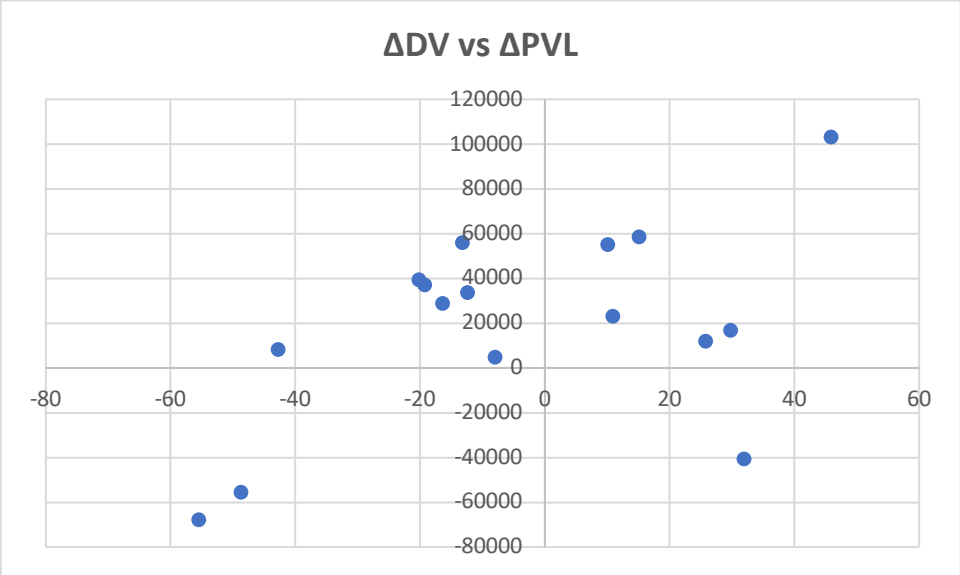

Figura C14: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPVL.

(Fuente: Elaboración propia).

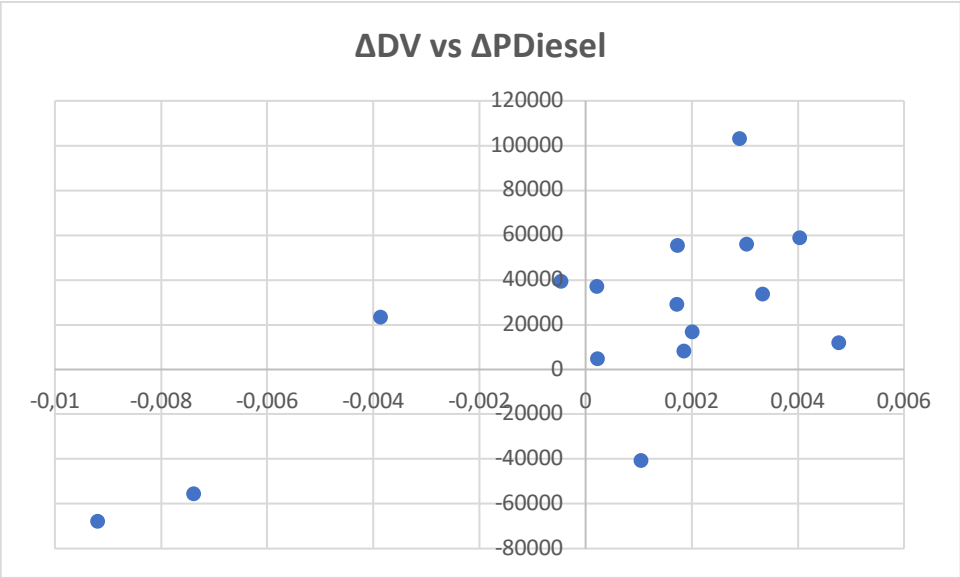

Figura C15: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPDiesel.

(Fuente: Elaboración propia).

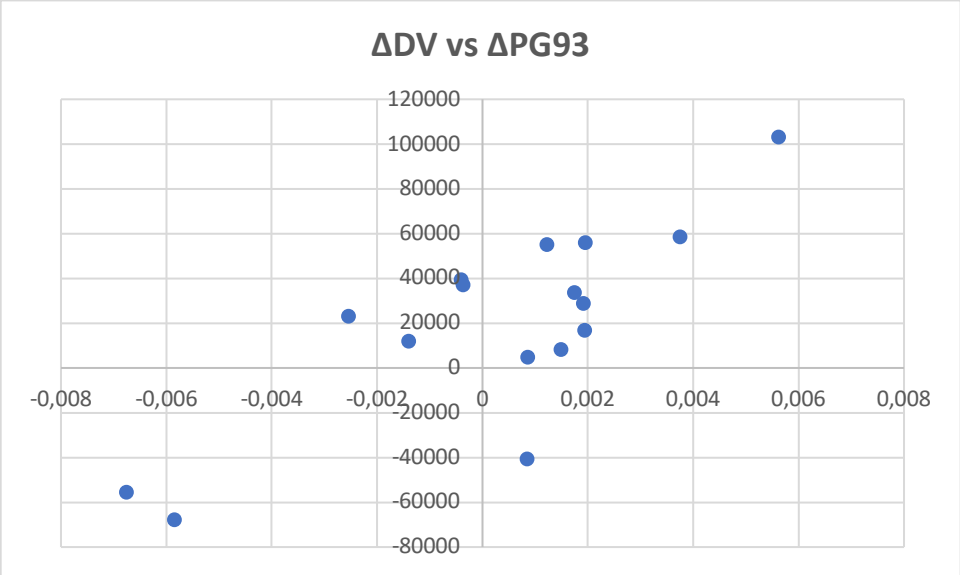

Figura C16: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPG93.

(Fuente: Elaboración propia).

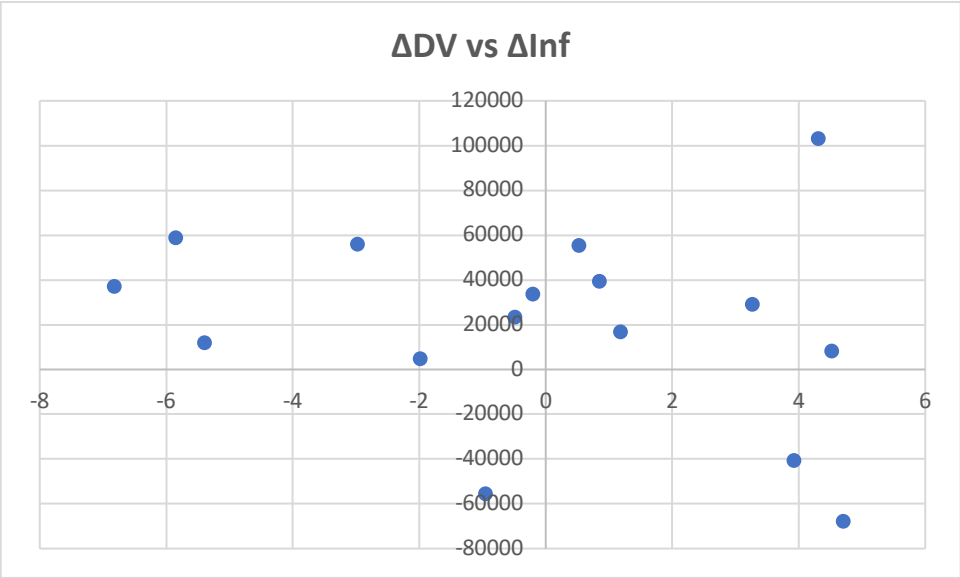

Figura C17: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔInf.

(Fuente: Elaboración propia).

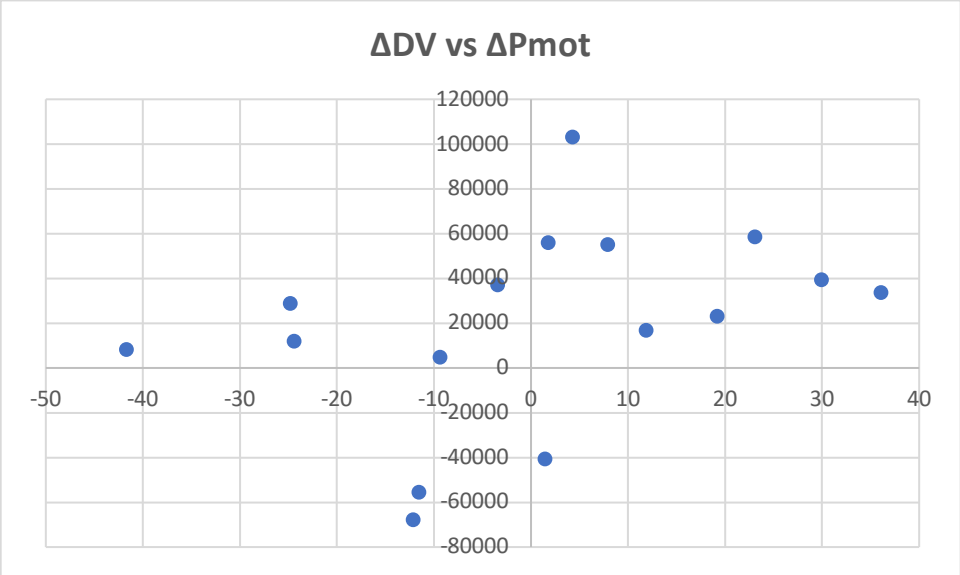

Figura C18: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPmot.

(Fuente: Elaboración propia).

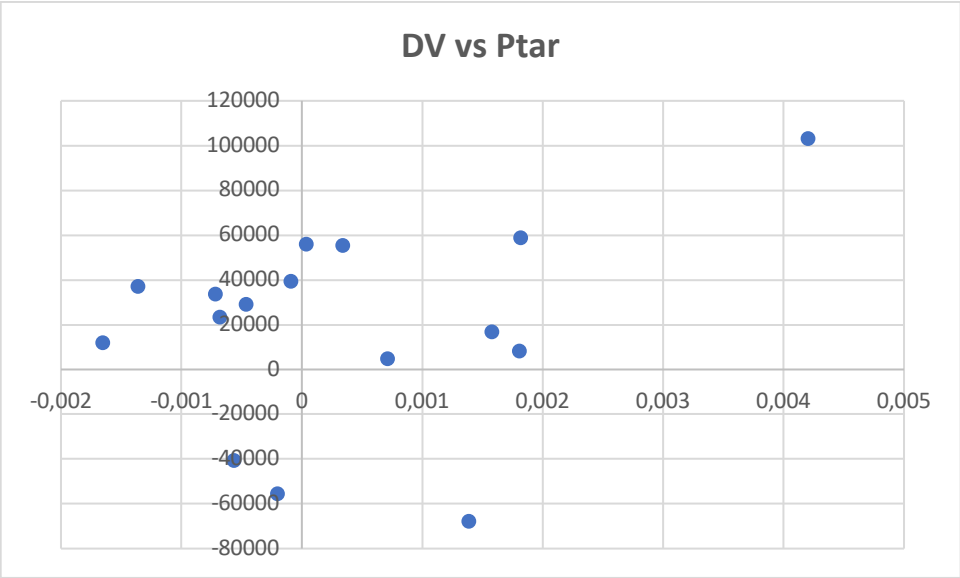

Figura C19: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPtar.

(Fuente: Elaboración propia).

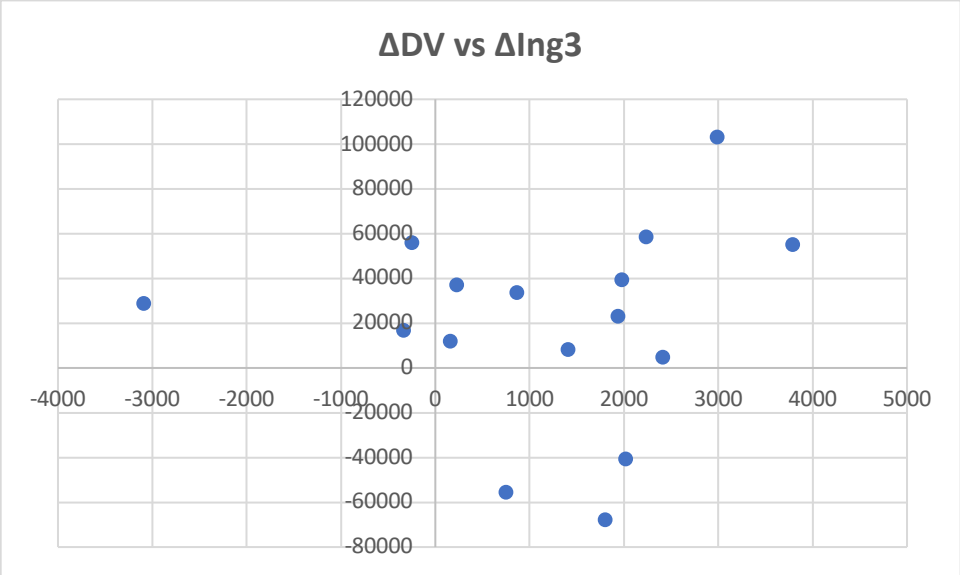

Figura C20: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng3.

(Fuente: Elaboración propia).

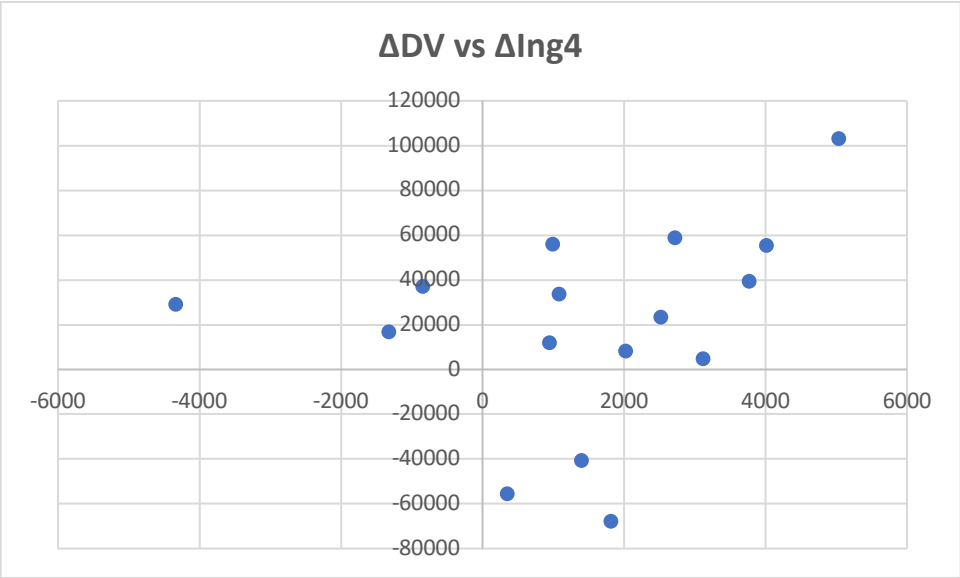

Figura C21: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng4.

(Fuente: Elaboración propia).

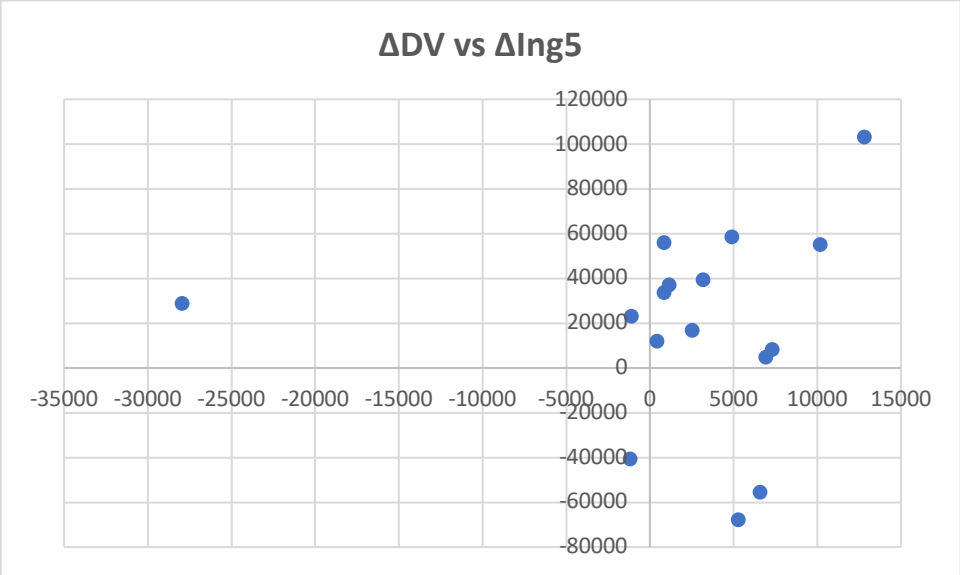

Figura C22: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng5.

(Fuente: Elaboración propia).

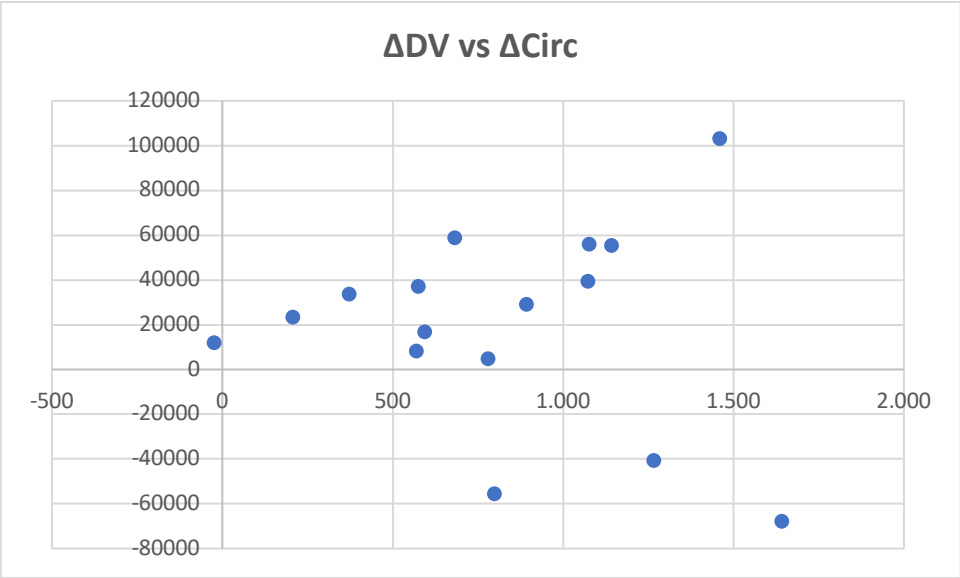

Figura C23: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔCirc.

(Fuente: Elaboración propia).

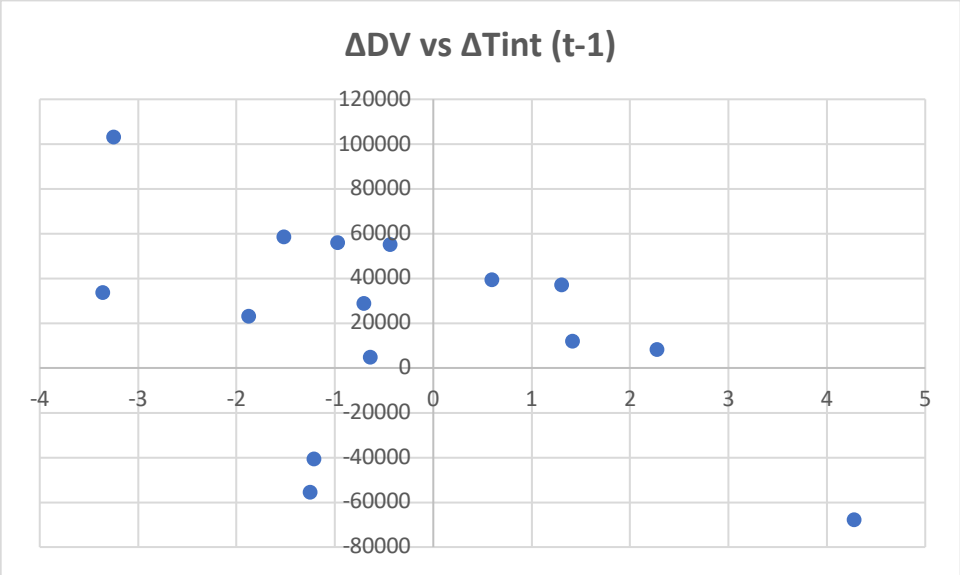

Figura C24: Gráfico de la variable ΔDV vs Tint (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

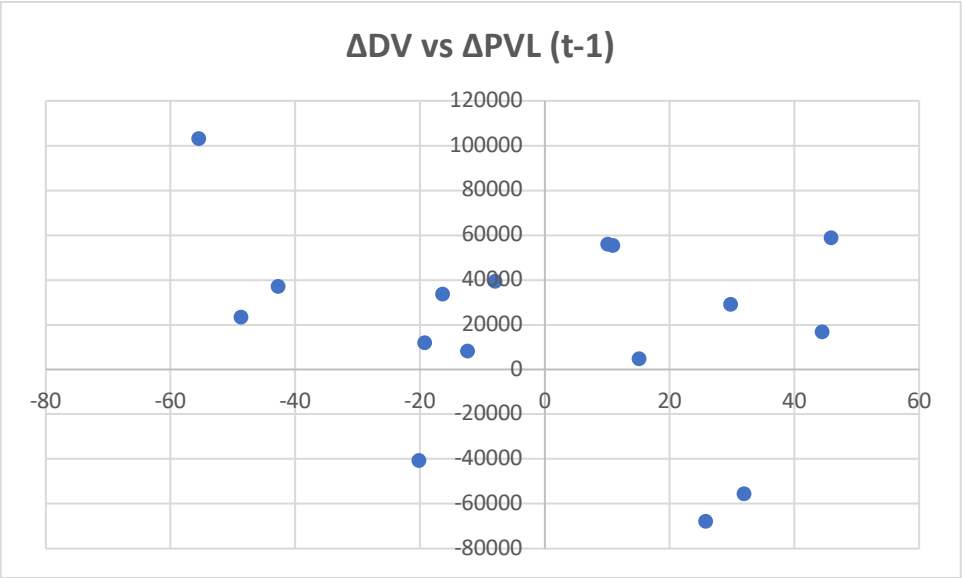

Figura C25: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPVL (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

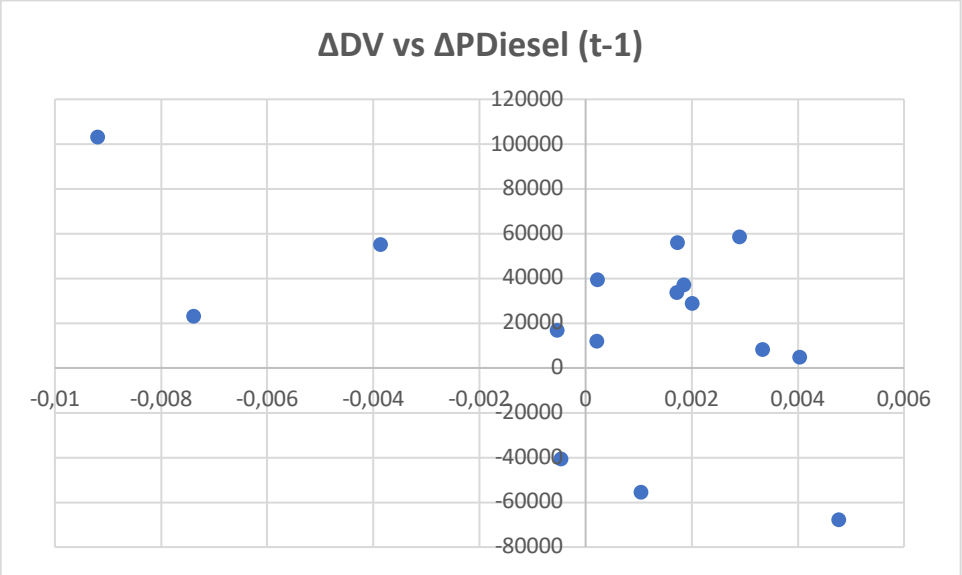

Figura C26: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPDiesel (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

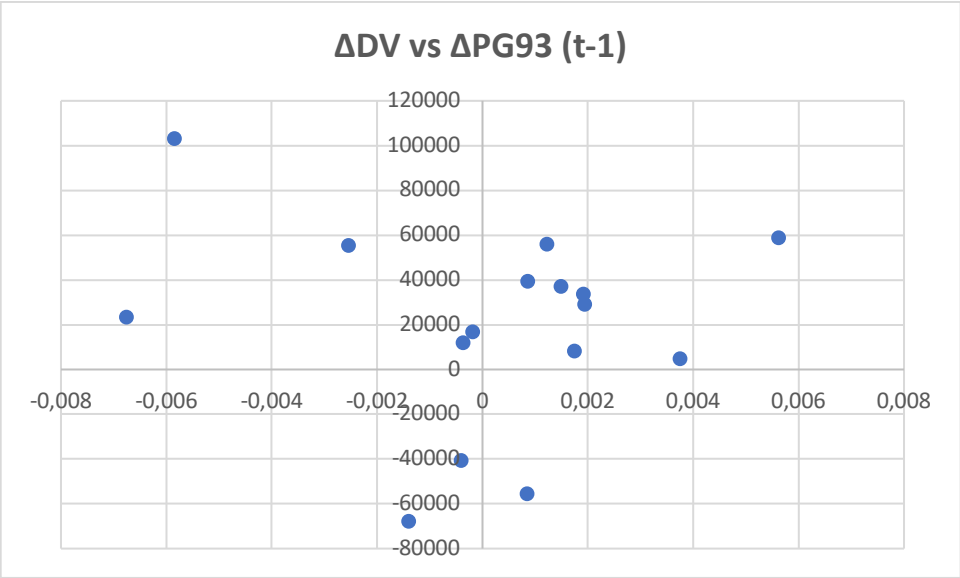

Figura C27: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPG93 (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

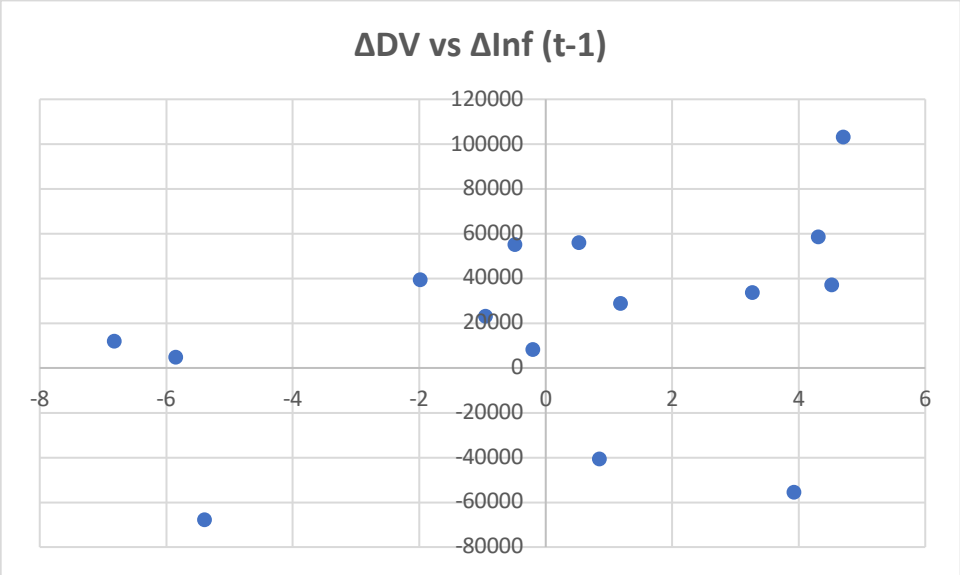

Figura C28: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔInf (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

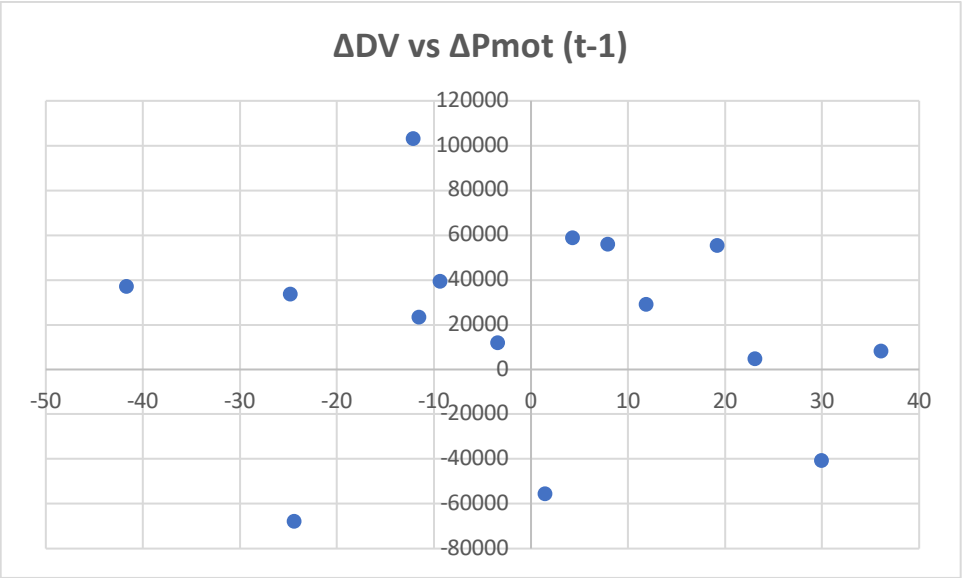

Figura C29: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPmot (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

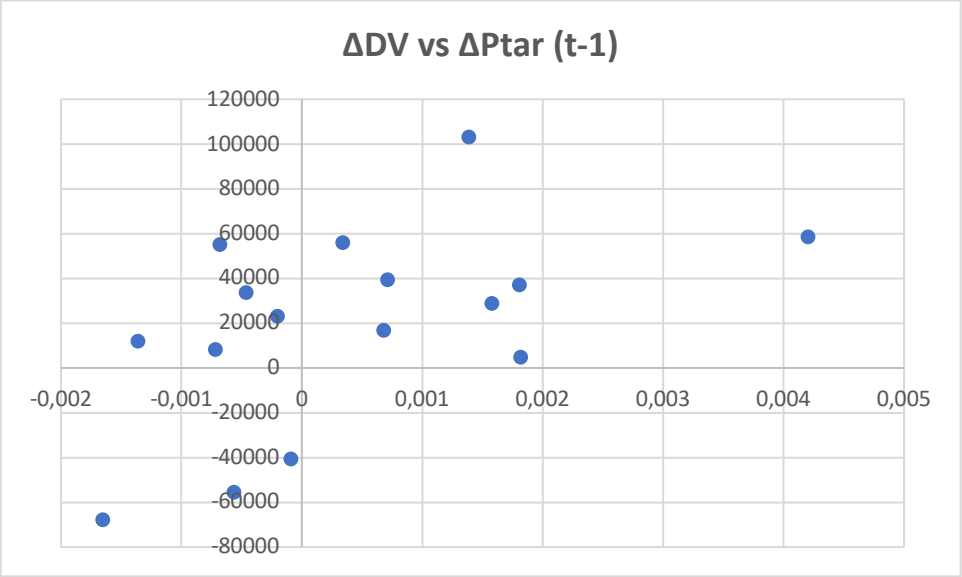

Figura C30: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔPtar (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

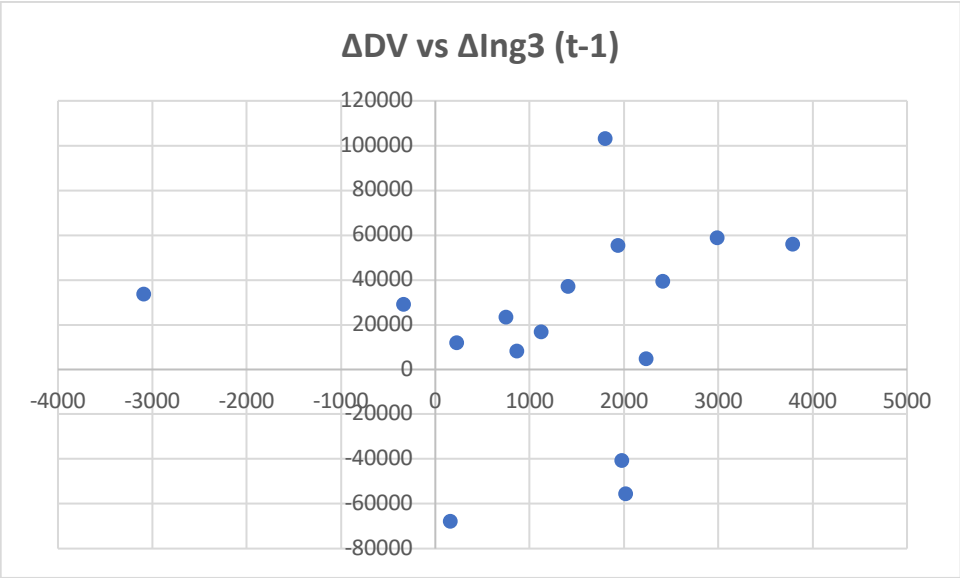

Figura C31: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng3 (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

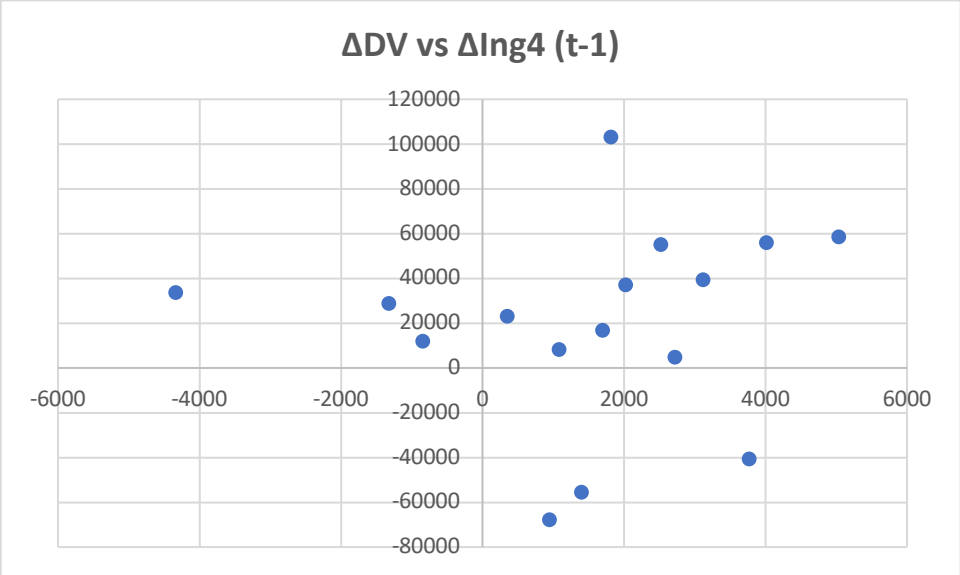

Figura C32: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng4 (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

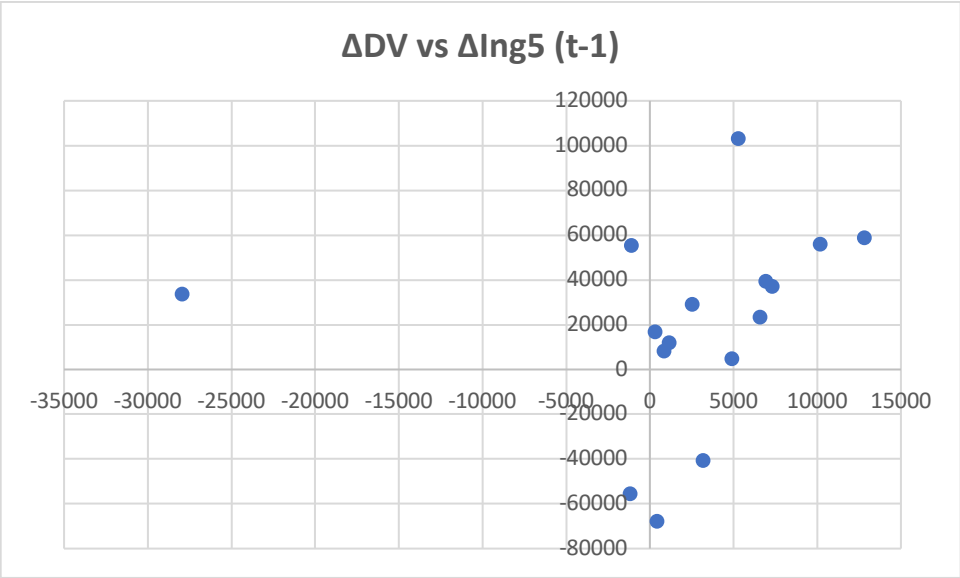

Figura C33: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔIng5 (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

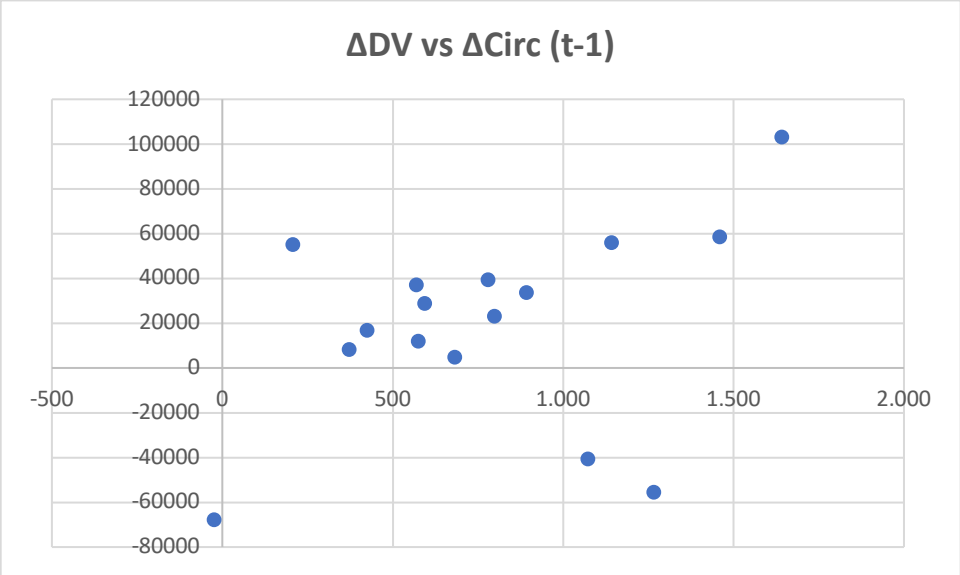

Figura C34: Gráfico de la variable ΔDV vs ΔCirc (t-1).

(Fuente: Elaboración propia).

Variable	Coeficiente de correlación (ΔXt)	Coeficiente de correlación (ΔXt-1)
ΔTint	0,169	-0,489
ΔPVL	0,510	-0,308
ΔPDiesel	0,703	-0,480
ΔPG93	0,798	-0,114
ΔInf	-0,238	0,377
ΔPmot	0,364	-0,112
ΔPtar	0,303	0,511
ΔIng3	0,101	0,162
ΔIng4	0,267	0,095
ΔIng5	0,068	0,162
ΔCirc	-0,084	0,374

Figura C35: Coeficientes de correlación entre las variables explicativas incremento y la variable respuesta incremento.

(Fuente: Elaboración propia).