



Vigilada Mineducación

RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA TRANSICIÓN A UNA FLOTA VEHICULAR DE CERO EMISIONES EN COLOMBIA: ANÁLISIS MARCO INSTITUCIONAL

Miguel Escobar Saldarriaga y Juan Pablo González

Asesor: Carlos Cadena Gaitán

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA, FINANZAS Y GOBIERNO
ECONOMÍA
MEDELLÍN
2023

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	11
MARCO TEÓRICO.....	12
METODOLOGÍA	16
DESARROLLO DEL TRABAJO	20
RESULTADOS.....	27
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	38

RESUMEN

Palabras clave: Flota vehicular, cero emisiones, cambio climático, transición, políticas públicas, vehículos eléctricos.

La investigación expuesta en este trabajo de grado pretende identificar los principales retos y oportunidades que enfrenta Colombia ante una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones. Esto se quiere lograr a través de una metodología mixta en donde su parte cualitativa busca comparar las condiciones socioeconómicas entre Colombia y Noruega, así como las diferentes políticas públicas que ambos países han implementado. En su parte cuantitativa se modelaron varias regresiones de series de tiempo para identificar que políticas públicas implementadas por Noruega han sido las más eficaces. Al hacer esto se encontró que los dos principales retos que enfrenta Colombia son: 1) las limitaciones por su poca liquidez y su capacidad de endeudamiento las cuales afectan directamente su capacidad de implementación de políticas públicas y 2) la creación de una mayor conciencia medio ambiental. Mientras que, una de las oportunidades con mayor viabilidad yace en la exención del pago de peajes para vehículos eléctricos.

ABSTRACT

The research presented in this thesis aims to identify the main challenges and opportunities that Colombia faces in the transition to a zero-emission vehicle fleet. This is intended to be achieved through a mixed methodology, where its qualitative component seeks to compare the socio-economic conditions between Colombia and Norway, as well as the different public policies implemented by both countries. In its quantitative part, several time series regressions were modeled to identify which public policies implemented by Norway have been the most effective. In doing so, it was found that the two main challenges facing Colombia are: 1) limitations due to its low liquidity and borrowing capacity, which directly affect its ability to implement public policies, and 2) the need to create greater environmental awareness. While one of the most viable opportunities lies in the exemption of toll payments for electric vehicles.

Keywords: Vehicle fleet, cero emissions, climate change, transition, public policies, electric vehicles.

INTRODUCCIÓN

En Colombia una de las principales fuentes de contaminación son los gases de efecto invernadero generados por la flota vehicular. En el marco de la transición hacia una sociedad sostenible medioambientalmente, la creación de iniciativas para reducir los impactos generados por la sociedad es de vital importancia, por esto, uno de los grandes retos que enfrenta Colombia es un cambio de su flota vehicular hacia una de cero emisiones; Colombia es uno de los líderes regionales en la transición hacia una sociedad más amigable con el medio ambiente, sin embargo, en términos generales hay muchos otros países que han tomado medidas las cuales han generado un mayor impacto. Noruega es un gran ejemplo de esto, ya que actualmente es el líder a nivel mundial en la evolución hacia una flota vehicular cero emisiones y es que el país nórdico lleva más de 30 años creando incentivos para promover esta transición, es por esto que el caso noruego se puede tomar como un caso de estudio que ejemplifique un caso ideal en donde se puedan evidenciar los retos y las oportunidades que cualquier país debe enfrentar si quiere iniciar este proceso de recambio de su flota vehicular.

Para esto, el siguiente trabajo de grado tiene un enfoque mixto, en donde se realiza un análisis cualitativo de las condiciones socioeconómicas, las políticas públicas implementadas y las condiciones infraestructurales y geográficas para Colombia y Noruega; así mismo se crea un modelo econométrico de series de tiempo el cual sirve para identificar y cuantificar la efectividad de los incentivos creados por el gobierno Noruego, y así determinar cuales de estas políticas podrían ser implementadas en Colombia, de esta forma, el análisis cualitativo permite encontrar las principales diferencias entre Colombia y Noruega para reconocer los retos y oportunidades que tiene el país latinoamericano en esta transición.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático es tal vez uno de los retos más grandes a los que se enfrenta la humanidad, cada año que pasa la concentración de gases de efecto invernadero aumenta agravando la crisis medio ambiental, de hecho, para el 2022 los niveles promedio de CO₂ en la atmósfera alcanzaron las 418.56 partes por millón (ppm) versus las 228 ppm que se estimaban para la era preindustrial propuesto por British Broadcast Corporation (BBC, 2019), dando evidencia de los efectos del crecimiento industrial, económico y de la actividad humana; el ritmo al que aumenta la producción de CO₂ nos acerca cada vez más al umbral de las 500ppm de dióxido de carbono (Colón, 2008), una cifra muy alta para muchos científicos, o en palabras de Lovelock (2007), “Los climatólogos creen que estamos peligrosamente cerca del umbral a partir del cual se desencadena el cambio adverso; un cambio que, hablando en términos humanos, es irreversible” (p. 78).

De acuerdo con un estudio realizado en el año 2001, la acumulación de gases de efecto invernadero traería un aumento en la temperatura promedio del planeta, lo cual podría tener como consecuencias: “episodios de temperaturas extremadamente altas, eventos de fuerte precipitación, déficits de humedad en suelos, incrementos en la intensidad máxima de vientos, precipitación de ciclones tropicales, inundaciones, sequias e incendios, y también brotes de pestes en algunas regiones del mundo” (Estrada, 2001). Así, este posible futuro escenario da muestra de la urgencia con la que la humanidad debe tomar medidas para corregir su curso.

Es claro que un mayor crecimiento económico implica un impacto directo en el medio ambiente, ya sea por la extracción de recursos o por medio de aumentos en las emisiones de gases de efecto invernadero, como lo confirman en un estudio econométrico de 1991 sobre el tema, al llegar a la conclusión de que “mayores tasas de crecimiento producen mayores emisiones” (Knight & Schor, 1991, p. 3729).

Ahora, si leemos a Cárdenas (2013), sabemos de la importancia del crecimiento económico para reducir la pobreza, y si también entendemos que crecimiento económico requiere de aumentos en la producción de bienes y servicios, así como aumentos en la población, llegamos a un dilema, puesto que el crecimiento económico el cual es necesario para reducir la pobreza tiene un efecto directo negativo en la lucha contra el cambio climático. Es por esto que hoy, una de las mayores metas de la humanidad es disminuir su huella de carbono sin reducir y sin poner en riesgo el crecimiento económico.

Para lograr esto hay variedad de acciones posibles, que van desde reciclar más, hasta cambiar los hábitos de consumo de la sociedad, sin embargo, hay dos medidas que pueden tener un impacto transversal en la búsqueda de la reducción de la producción de los gases de efecto invernadero: 1) hacer una transición energética hacia energías renovables, y 2) la transición de la flota vehicular de combustión interna, hacia una flota vehicular de cero emisiones de carbono, como vehículos eléctricos (VE) y vehículos a base de hidrogeno o bio-combustibles; esta segunda transición hacia una flota vehicular limpia en el contexto colombiano será el centro de este trabajo investigativo.

A pesar de no ser uno de los mayores contaminantes del mundo, Colombia es uno de los países que experimenta directamente los efectos adversos de la polución; en la ciudad de Medellín, por ejemplo, se han vuelto frecuentes las alertas de crisis medio ambiental por la mala calidad del aire (Montoya, 2019). Según datos de Acolgen (Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica), Colombia tiene la “sexta matriz energética más limpia del mundo, en donde el 68% de la capacidad instalada proviene de energías renovables (Acolgen, 2023). Lo anterior implica que las mayores fuentes de contaminación del aire del país son la industria y su flota vehicular, haciendo que una transición hacia un mayor uso de vehículos eléctricos sea un paso clave para el país en la lucha contra el cambio climático.

De hecho, según un estudio de la Universidad de los Andes y la University College of London, el 86% de la contaminación del aire en Colombia es ocasionado solo por el transporte terrestre (Ramírez et al.,2013). En un estudio del 2004 el Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (Conpes) estimó que los efectos adversos de la contaminación del aire en Colombia tienen un costo de 1.5 billones de pesos anuales (Conpes,

2005) lo que enfatiza aún más la importancia de esta transición de la flota vehicular colombiana.

Ahora, ¿Por qué a pesar de que Colombia es líder regional en la transición a energías limpias, y en la transición a una flota vehicular eléctrica, solo tiene 8299 vehículos eléctricos? (MinTransporte, 2023). Hay dos factores fundamentales: 1) la falta de infraestructura, y 2) los precios de los vehículos eléctricos teniendo en cuenta el poder adquisitivo del ciudadano colombiano y los precios de los vehículos de combustión interna.

Cuando se habla de la infraestructura necesaria para esta transición hay dos requisitos fundamentales: 1) la cantidad y ubicación de estaciones de carga en relación a su superficie terrestre y el tamaño de su flota vehicular, y 2) la cantidad y la ubicación de talleres o estaciones de servicio especializados en vehículos eléctricos, siendo el primer requisito el más fundamental.

Si hoy se evalúan estos dos factores de infraestructura en Colombia, el país no cuenta con lo necesario para hacer una transición de su flota vehicular, y así, algunos datos concisos pueden dar un panorama general:

Colombia tiene una superficie terrestre de 1.141.748 kilómetros cuadrados, y según datos de Electromaps cuenta solo con 191 estaciones de recarga (Electromaps, 2023), decir, que por cada 6000 kilómetros cuadrados hay solo una estación de recarga aproximadamente; ahora bien, de acuerdo con un informe del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el 99,6% del territorio nacional es rural (IGAC, 2015), lo cual podría explicar la baja densidad de puntos de recarga en el territorio. A pesar de que solo el 0,04% del territorio colombiano es urbano, el siguiente dato da muestra de la importancia de la presencia de estaciones de recarga en áreas no urbanas, y es que en el trayecto de 417 kilómetros entre Medellín y Bogotá solo hay una estación de carga (Electromaps, 2021), que si bien se encuentra a la mitad del recorrido y esto le permitiría hacer el recorrido a varios vehículos eléctricos del mercado colombiano, no todos los vehículos de este mercado podrían hacer este recorrido, ya que su autonomía es

insuficiente para hacerlo y aunque en ciudades como Bogotá y Medellín hay suficientes estaciones de carga para suplir la demanda, no se puede olvidar que no todas las ciudades capitales del país cuentan con estaciones de carga.

En cuanto a los precios de los vehículos eléctricos, según datos del Gobierno Nacional, el ingreso medio de un colombiano en las 23 ciudades más importantes del país para el año 2022 es de \$880.746 (Gobierno Nacional, 2021). Por su parte, el vehículo eléctrico más barato en el mercado colombiano es el Renault Twizy que de acuerdo con datos oficiales de Renault, es un vehículo con capacidad para solo 2 pasajeros, una autonomía de solo 80 kilómetros, y tiene un valor de 58 millones de pesos colombianos (Renault Colombia, 2023) lo cual refleja que un colombiano promedio debería ahorrar más de 2 años y medio sin ningún tipo de gasto para contar con el capital de compra para este tipo de vehículo, además de esto, el Renault Twizy es 3 millones de pesos más caro que un Renault kwid, el cual es un vehículo con capacidad para 5 personas y que de acuerdo con Alianza Motor puede llegar a recorrer hasta 70 kilómetros por galón o 630 kilómetros con el tanque lleno. (Alianza Motor, 2023). En contraste con Noruega (país líder en la transición a vehículos eléctricos a nivel mundial), Renault vende el mismo Renault Twizy por 232.600 coronas noruegas (*Renault Norge, 2021*) es decir aproximadamente 48 millones de pesos colombianos, con la gran diferencia de que según datos del Better Life Index de la OCDE, el promedio de la renta per cápita disponible en los hogares noruegos es de 39.144 USD al año (OECD Better Life Index, 2023), es decir, \$13.369.169 pesos mensuales a la tasa de cambio actual (octubre 2023), a esto se le debe sumar que las políticas públicas implementadas por el gobierno nacional no han sido suficientemente fuertes para crear un verdadero incentivo en la población y en la industria para hacer esta transición.

El caso de Noruega es el mejor ejemplo de una transición exitosa hacia una flota vehicular de cero emisiones, siendo el líder a nivel mundial. De hecho, la asociación de vehículos eléctricos de Noruega publicó datos que indican que durante el año 2022 el 79,3% de las ventas de vehículos nuevos en Noruega fueron eléctricos (Thronsen, 2023) siendo así el

primer país en el mundo en donde la cantidad de vehículos eléctricos vendidos superó a la cantidad de vehículos de combustión vendidos en el periodo de 1 año.

La meta de Noruega para 2025 es prohibir la venta de vehículos que funcionen a gasolina o diésel (Wangsness & Halse, 2021), y para lograr esto el gobierno noruego ha creado una serie de políticas públicas enfocadas a incentivar a los ciudadanos para que dejen de usar vehículos de combustión y que empiecen a usar vehículos eléctricos, esta serie de incentivos son: 1) la compra de vehículos eléctricos está exenta de impuestos, 2) los vehículos eléctricos no pagan ni impuestos de circulación ni peajes, 3) los vehículos eléctricos pueden viajar gratis en los ferris que atraviesan los fiordos, 4) los vehículos eléctricos no deben pagar por estacionar y tienen derecho a circular por el carril de los buses para evitar el tráfico (Wangsness & Halse, 2021). A parte de todas las ventajas que ha dado el gobierno noruego para incentivar esta transición, es fundamental tener en cuenta que Noruega no se enfrenta a los mismos retos que se enfrenta Colombia para llevar a cabo esta tarea, de hecho, a pesar de que el territorio noruego representa solo el 33.7% del territorio colombiano, según datos de Electromaps, en Noruega hay más de 3579 estaciones (Electromaps, 2023) de carga, es decir, que en Noruega hay una estación por cada 108 kilómetros cuadrados.

Ahora bien, a pesar de que las condiciones generales de Colombia y Noruega para llevar a cabo esta transición son diferentes, es claro que el país escandinavo da muestra de un ejemplo de buenas prácticas para lograr su objetivo, es evidente que Noruega parte de unas condiciones socioeconómicas y de infraestructura ideales para esta transición, y es claro que Colombia tiene retos que Noruega no ha tenido, sin embargo, algunas prácticas de Noruega podrían ser aplicables en el contexto Colombiano. Así pues, tomando al país nórdico como ejemplo de buenas prácticas, el presente trabajo aborda la siguiente pregunta: ¿qué puede aprender Colombia y a qué retos se enfrenta para llevar a cabo una transición de su flota vehicular hacia uno que este conformado por vehículos híbridos y eléctricos o que sean de emisiones cero?

JUSTIFICACIÓN

Ante la problemática ambiental que vive el mundo actualmente, es imperativo para todos los países del mundo el empezar a tomar medidas para detener el cambio climático; Colombia por su parte, a pesar de no ser uno de los mayores países contaminantes, tampoco se encuentra a la vanguardia en términos de infraestructura, políticas públicas o incluso leyes que regulen la acción humana con el fin de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, así pues, teniendo en cuenta que el 86% de la contaminación del aire en Colombia proviene de su flota vehicular, es de fundamental importancia hacer una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones, y por consiguiente, identificar los retos y las oportunidades que tiene Colombia para hacer esta transición, es uno de los primeros pasos para poder desarrollar un plan de acción para alcanzar dicho objetivo.

OBJETIVOS

General

Analizar los principales determinantes institucionales en la transición hacia a una flota vehicular de cero emisiones en Noruega con el fin de identificar los retos y las oportunidades que tiene Colombia.

Específicos

1. Establecer un marco de referencia sobre los diferentes incentivos de políticas públicas para promover una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones.
2. Listar las diferentes políticas públicas implementadas por Noruega y Colombia enfocadas a incentivar una transición a una flota vehicular de cero emisiones.
3. Comparar las diferentes condiciones, infraestructurales, socioeconómicas y demográficas en entre Colombia, y Noruega.
4. Hacer una modelación de series de tiempo para el caso noruego con el fin de determinar la eficacia de sus políticas públicas.
5. Discutir las implicaciones para Colombia desde los resultados encontrados en el contexto de una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones.

MARCO TEÓRICO

De acuerdo con Mankiw (2014) uno de los principales supuestos de la teoría económica es que los agentes económicos, ya sean individuos, familias, empresas o el estado, son racionales; la gran mayoría de los diferentes modelos asumen esta racionalidad en los agentes a la hora de decidir su ratio consumo/ahorro o durante sus elecciones de consumo entre un bien A y un bien B (Nicholson & Snyder, 2015), o en el caso de este trabajo investigativo, para elegir entre un vehículo eléctrico y un vehículo de combustión. Partiendo de la definición de utilidad de Bentham (1781) y siguiendo a Nicholson y Snyder (2015), una situación más deseable ofrece una mayor utilidad que una situación menos deseable y los agentes al ser racionales y maximizadores de su utilidad siempre tomarán decisiones que los lleven a situaciones más deseables, pero ¿qué tanto se acerca este supuesto de racionalidad a la realidad? ¿en realidad los agentes toman decisiones racionales?

Si esta pregunta se la hicieran a Richard H. Thaler, él diría que no, los agentes no siempre toman decisiones racionales, según el autor, en su libro “Un Pequeño Empujón” los seres humanos no toman decisiones como las tomarían los hombres de un libro de teoría económica, por el contrario en muchos casos sus decisiones son irracionales, cuando un agente se enfrenta ante una elección de consumo entre dos bienes hay diferentes factores que afectan su proceso de toma de decisiones, como por ejemplo, los estereotipos, los prejuicios o falta de conocimiento (Thaler & Sunstein, 2009). Además, es pertinente resaltar que en muchos casos las decisiones que son beneficiosas para un individuo no son beneficiosas para la sociedad (Cairo, 2018). Es por este y otros motivos, que a pesar de que los efectos adversos del cambio climático son reconocidos por los diferentes agentes económicos, estos no siempre toman decisiones racionales en cuanto al cuidado del medio ambiente, es así, como surge la necesidad de crear mecanismos que permitan modificar la conducta de los agentes y guiarlos para que tomen decisiones más racionales y en concordancia del bien general de la sociedad, de esta manera, se plantean dos grandes posturas, una paternalista que busca intervenir directamente para modificar las conductas de los agentes (bajo la afirmación de que los agentes no toman decisiones racionales), y una postura libertaria que busca que los

agentes sean completamente libres de tomar sus propias decisiones (Thaler & Sunstein, 2009). A partir del debate que surge entre los que abogan por estas dos posturas, emergen diferentes métodos para modificar las conductas de los agentes, como leyes, incentivos y “*nudges*”.

Ahora, si se quieren explicar los diferentes tipos de métodos para modificar un comportamiento, es importante tener claro qué son las políticas públicas. De acuerdo con Ruiz y Cárdenas (2003) la política pública se puede considerar como “un proceso o curso de acción que involucra un aparato de decisiones y actores con el fin de alcanzar un objetivo”. Por su parte, Aguilar y Lima (2009) aseguran que las políticas públicas son un “fenómeno social, administrativo y político específico, resultado de un proceso de sucesivas tomas de posición, que se concretan en un conjunto de decisiones, acciones u omisiones, asumidas fundamentalmente por los gobiernos”. Así pues, se podría decir que el uso de un conjunto de *nudges*, incentivos y leyes se puede considerar como la política pública de un agente (en este caso el estado) para alcanzar un objetivo.

En palabras de Thaler (2009), un “*nudge*” es “cualquier aspecto que modifica la conducta de las personas de una manera predecible sin prohibir ninguna opción ni cambiar de forma significativa los incentivos económicos”. En otras palabras, un *nudge* busca ayudar a modificar una conducta alterando el entorno de los agentes, pero interviniendo lo menos posible en su proceso de toma de decisiones; los *nudges* (termino planteado por Thaler y Sunstein), están enmarcados en la economía conductual, tomando estudios de Daniel Kahneman y Amos Tversky (ambos psicólogos) como base conceptual para crear los diferentes *nudges*, estos toman los diferentes comportamientos propios de la psicología humana para ayudar a los agentes a modificar su conducta, por ejemplo, el sesgo del status quo, que de acuerdo con Monroy Cely (2017), se puede definir como la “tendencia anómala de los individuos (...) a mantener el estado de cosas referente (el *statu quo*) (...) y abstenerse de tomar decisiones que modifiquen dicho *statu quo*, así pues, para crear un *nudge*, Thaler y Sunstein toman esta tendencia humana y la vuelven en un *nudge* al hacer que el comportamiento deseado sea la opción por defecto (2009, p. 23). Por ejemplo, una página

web que quiere que los usuarios acepten todas las cookies, hace que aceptar las cookies sea la opción por defecto, y así, el usuario en su propensión a no alterar el status quo va a preferir aceptar las cookies a tomar la decisión activa de rechazarlas. De esta misma manera, existen otros tipos de *nudges*, como la presión social, en donde la sola noción de que la mayoría tiene un comportamiento X, puede incitar a los agentes a copiar este comportamiento, puesto que el ser humano tiene la tendencia a hacer lo que hacen los demás (Thaler & Sunstein, 2009).

Otra forma de alterar la conducta de los agentes son los incentivos, los cuales relacionan una recompensa o un castigo a una determinada conducta, y así, se usan para estimular un comportamiento deseado (Rey, 2012). De acuerdo con Roldan (2016), existen cuatro tipos de incentivos: monetarios, morales, naturales, y coercitivos (los incentivos morales y naturales podrían ser considerados *nudges*), en términos generales, el mecanismo de funcionamiento de los incentivos es premiar las conductas que se desean y castigar las que no se desean, ya sea a través de subsidios, aumentos o reducciones de impuestos o incluso sanciones monetarias; los incentivos deben ser calculados en función del nivel de esfuerzo necesario para alterar el comportamiento del agente, aunque este método puede llegar a ser efectivo, en algunos casos, dichos incentivos pueden llegar a tener efectos negativos (Gneezy et al., 2011). Gneezy (2011) plantea el ejemplo de algunos estudios que indican que algunos incentivos económicos enfocados a aumentar las donaciones de sangre pueden tener un efecto negativo en las tasas de donación de aquellos que no lo hacen por dinero.

El uso de leyes puede también ser considerado como método para alterar la conducta humana (Berlin Valenzuela et al., 1997). Extrapolando a Becker (1974), una persona comprará un bien A sobre un bien B porque su utilidad esperada es mayor, y así, castigar el consumo del bien A, reduce su utilidad esperada, haciendo que el bien B sea más atractivo. El uso de leyes como método para alterar la conducta, puede ser considerado el mecanismo menos libertario, puesto que afecta directamente el proceso de toma de decisiones de los agentes, si por ejemplo se prohibiesen los vehículos de combustión, los agentes se verían obligados a no volver a comprar esta clase de vehículos, sin embargo, este tipo de medidas al ser tan radicales, en muchos casos no tienen en cuenta las restricciones de los agentes (la renta, por

ejemplo). No obstante, si este tipo de medidas se articulan con otro tipo de acciones, pueden tener el efecto positivo deseado, y un claro ejemplo es el Reino Unido, que prohibirá la comercialización de vehículos de combustión a partir del año 2030 (Cerrillo, 2020), y que desde ya está mostrando resultados positivos.

Modelo econométrico

Un modelo ARMAX (AutoRegressive Moving Average with eXogenous inputs) es un modelo estadístico que combina componentes autoregresivos (AR) y de media móvil (MA) con variables exógenas o entradas externas para explicar el comportamiento de una serie de tiempo. Así:

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_1 X_t + \varepsilon_t, \quad \text{en donde:}$$

Y_{t-1} y ε_{t-1} representan los componentes $AR(p)$ y $MA(q)$ y donde X_t representa los choques exógenos.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

En el marco de la transición colombiana hacia una flota vehicular de cero emisiones de gases de efecto invernadero, uno de los principales retos para Colombia será encontrar los medios de financiación para la implementación de incentivos acordes a esta transición, los cuales van desde la creación de subsidios o beneficios tributarios hasta la construcción e instalación de infraestructura necesaria para vehículos eléctricos; otro de los grandes retos será el bajo poder adquisitivo de la población, teniendo en cuenta que los vehículos eléctricos tienen precios mayores a los vehículos de combustión. Por último, la falta de interés y motivación (conciencia ambiental) de la población general para hacer la transición también es un importante reto que enfrenta Colombia.

METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo de grado está enmarcado en una metodología mixta. Sin embargo, en este caso, el enfoque cualitativo tuvo prioridad en el sentido de que las herramientas cuantitativas solo dieron apoyo a las cualitativas, las cuales sirvieron como la herramienta definitiva para dar respuesta a la pregunta de investigación.

Teniendo en cuenta que el objetivo último es identificar retos y oportunidades a partir de la comparación de políticas públicas y las instituciones entre países, se deben obtener datos de cada país para llevar a cabo la investigación.

En el caso de Noruega: se obtuvieron datos cuantitativos sobre la cantidad de vehículos eléctricos, híbridos y de combustión matriculados, así como su cambio en el tiempo, los cuales se obtuvieron de “*Statistik Sentralbyrå*” que es la institución encargada de las estadísticas nacionales noruegas. Para obtener datos para el análisis cualitativo se consiguió información general sobre las condiciones socioeconómicas; como también los datos sobre las políticas públicas noruegas orientadas hacia una transición a un parque automotor de cero emisiones, información que se obtuvo de “*Norsk Elbilforening*” (*Asociación Noruega de Vehículos Eléctricos*).

En el caso de Colombia: se obtuvieron las mismas variables cualitativas de análisis del caso noruego para poder mecanizar y facilitar el proceso de comparación entre ambos países. Las fuentes de donde se obtuvo la información del caso colombiano fueron el Ministerio de Transporte, el DANE, el RUNT, el DNP, la ANI, Andemos, Acolgen y EPM. Debido a que la ley que rige la transición hacia una flota vehicular de cero emisiones para Colombia entró en vigor en 2019, no hay suficientes datos para estimar un modelo econométrico que mida los efectos de las políticas públicas sobre la compra de vehículos de cero emisiones, es por esto, que uno de los motivos para analizar el caso noruego (país que lleva más de 30 años en esta transición) fue identificar todo aquello que podría funcionar o no funcionar en un país que hace solo 4 años comenzó dicha transición.

Con el fin de empezar a identificar los principales retos y oportunidades para el caso colombiano, se empezó realizando un análisis comparativo de las principales variables socioeconómicas y demográficas de ambos países. En segundo lugar, se presenta una tabla comparativa de los diferentes tipos de incentivos implementados tanto para el caso colombiano como para el noruego. Para esto se utilizó la metodología de Economía Política Comparada, la cual es un subcampo de la ciencia política, dicha metodología es empírica y está basada en el método comparativo, teniendo en cuenta que existen diferentes aproximaciones al mismo, como por ejemplo el método de semejanzas de Mill (Colino et al., s/f).

Una vez hecho el análisis cualitativo para ambos países, y conseguidos los datos sobre sus condiciones socioeconómicas, se procedió con el análisis cuantitativo para identificar la eficacia de las diferentes políticas públicas, así como la influencia de las instituciones noruegas; para esto se hicieron regresiones de series de tiempo.

Se plantearon dos modelos ARMAX base usando los determinantes de la demanda de vehículos, en donde su única diferencia fue la variable dependiente. Así, Y_t en un caso tomó los valores de VV_t y en otro caso tomó los valores de VP_t así:

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \beta_1 i_t + \beta_2 PIB_t + \beta_3 DLD_t + \beta_4 GasP_t + \beta_5 DiesP_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_p \varepsilon_{t-p} + \varepsilon_t, \quad \text{donde:}$$

- $VV_t = \frac{TVER_t}{TVR_t}$, proporción de VE sobre el total donde:

$$TVER_t = \text{Total Vehículos Eléctricos Registrados en } t$$

$$TVR_t = \text{Total Vehículos Registrados en } t$$

- $VV_{t-p} = \frac{TVER_{t-p}}{TVR_{t-p}}$, donde:

$$TVER_{t-p} = \text{Total Vehículos Eléctricos Registrados en } t - p$$

$$TVR_{t-p} = \text{Total Vehículos Registrados en } t - p$$

- $VP_t = \frac{TVER_t}{P_t} * 10,000$, VE por cada 10,000 habitantes donde:

$TVER_t = \text{Total Vehículos Eléctricos Registrados}$

$P_t = \text{Población Noruega en } t$

- $VP_{t-p} = \frac{TVER_{t-p}}{P_{t-p}}$, donde:

$TVER_{t-p} = \text{Total Vehículos Eléctricos Registrados en } t - p$

$P_{t-p} = \text{Población Noruega en } t - p$

Donde las variables endógenas que determinan la demanda de VE fueron las siguientes:

- $i_t = \text{Tasa de Interés}$
- $PIB_t = \text{PIB per cápita}$
- $DLD_t = \text{Deuda de los hogares}$
- $GasP_t = \text{Precio de la Gasolina}$
- $DiesP_t = \text{Precio del Diesel}$

A estos modelos se le agregaron choques exógenos de política pública usando variables dummy y de series de tiempo.

Así, las variables dummy que toman valores de 0 y 1 fueron las siguientes:

- $VAT_t = \text{No cobro del IVA}$, $VAT_{1t} = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$
- $TRD_t = \text{VE no pagan peajes}$, $TRD_{2t} = \begin{cases} 0 & \text{si se cobra peaje a VE} \\ 1 & \text{no se cobra peaje a VE} \end{cases}$
- $Bus_t = \text{VE pueden usar el carril de los buses}$, $Bus_t = \begin{cases} 0 & \text{no pueden usarlo} \\ 1 & \text{si pueden usarlo} \end{cases}$
- $FreeC_t = \text{Carga gratuita en estaciones de carga públicas}$,

$$FreeC_t = \begin{cases} 0 & \text{no es gratuita} \\ 1 & \text{si es gratuita} \end{cases}$$

- $RTax_t = \text{Impuesto de Rodamiento}$, $RTax_t = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$
- $ITax_t = \text{Impuesto de Importación}$, $ITax_t = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$

- $CCD_t =$ Reducción Impuestos a VE empresariales,

$$CCD_{7t} = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$$

- $VAT_L_t =$ No cobro del IVA a VE obtenidos por leasing,

$$VAT_L_t = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$$

- $FD_t =$ VE no pagan ferris, $FD_t = \begin{cases} 0 & \text{la medida no está en vigor} \\ 1 & \text{la medida si está en vigor} \end{cases}$

- $STR_t =$ Cambio estructural, $STR_t = \begin{cases} 0 & \text{antes del cambio estructural} \\ 1 & \text{después del cambio estructural} \end{cases}$

Las demás variables fueron las siguientes:

- $TRM_t =$ Porcentaje del valor del paje cobrado a VE
- $CCM_t =$ Porcentaje del valor del Impuesto Vehicular cobrado a VE de empresas
- $FM_t =$ Porcentaje del valor del ferry cobrado a VE

Para este modelo se usaron datos trimestrales sumando un total de 98 observaciones y 20 variables. Las variables *dummy* fueron de elaboración propia a partir de información encontrada “*Norsk elbilforening*”. Las demás variables se obtuvieron en la “*Statistik Sentralbyrå*” y en datosmacro.com. VV_t , VP_t y PIB se obtuvieron a través de cálculos propios usando datos de los lugares mencionados anteriormente.

La principal fortaleza de los datos usados fue su confiabilidad y fácil acceso. Esto, dado que la “*Statistik Sentralbyrå*” de Noruega (de donde provienen la mayoría de los datos) tiene una gran variedad de datos actualizados y desagregados para toda clase de categorías, lo que facilitó encontrar todos los datos requeridos para el modelo, sin necesidad de recurrir a variables proxy.

A partir de los análisis cualitativos y cuantitativos se determinaron qué políticas públicas noruegas pueden ser perjudiciales o beneficiosas para Colombia, y así se identificaron los retos y oportunidades que enfrenta Colombia en la transición hacia una flota vehicular de cero emisiones.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Análisis cualitativo

El análisis cualitativo para este trabajo de grado se dividió en dos secciones: La primera consistía en realizar un análisis socioeconómico, de infraestructura de transporte y de las condiciones geográficas de ambos países, examinando sus principales indicadores económicos y de calidad de vida, esto, con el fin de evidenciar las grandes diferencias en el panorama económico de ambos países; mientras que en la segunda parte se compararon las diferentes políticas públicas adoptadas por ambos gobiernos.

Infraestructura de transporte y condiciones geográficas

Antes de realizar el análisis socioeconómico entre ambos países es de suma importancia entender que las condiciones geográficas y la infraestructura de transporte, tanto de bienes como de personas naturales de ambos países juegan un rol fundamental en la elección de políticas públicas para fomentar el uso de vehículos cero emisiones.

- En términos de extensión geográfica Colombia es 3.5 veces más grande que Noruega.
- La población noruega está altamente concentrada en el sur del país mientras que en Colombia las distancias entre las principales ciudades son mucho mayor.
- Colombia está dividida por tres cordilleras y su población está principalmente ubicada en las montañas lo cual dificulta la comunicación vial entre las diferentes poblaciones. En el caso noruego, aunque su topografía es principalmente montañosa su población se ubica mayoritariamente en las llanuras y zonas costeras.

- En términos de la densidad de estaciones de carga en el territorio colombiano solo hay una estación de carga por cada 6000 km², mientras que en Noruega se puede encontrar 1 cada 108 km².

Análisis Socioeconómico

	COLOMBIA	NORUEGA
PIB PER CÁPITA (USD PPA)	\$20.287,4	\$114.898,8
SALARIO MÍNIMO (USD)	\$277	\$4.600
IDH	0.752 (puesto 88)	0.961 (puesto 2)
TASA DE DESEMPLEO	10.7%	3.2%
ÍNDICE GINI	51.5	27.7
ESCOLARIDAD (AÑOS)	8.9	13
FONDO SOBERANO (USD)	\$3,644,800,000	\$1,477,729,733,526
RESERVAS INTERNACIONALES	56.703.971 (miles de dólares)	72.077.375 (miles de dólares)
PIB (MILES DE USD)	\$343.939.445	\$579.267.365
DEUDA COMO % DEL PIB	79.8%	30.8%
CALIFICACIÓN DE RIESGO S&P	BB+	AAA

Tabla 1: Elaboración propia con datos de: El Banco Mundial, PNUD, SWF Institute, S&P

Los indicadores expuestos en esta tabla fueron seleccionados puesto que pueden explicar el porque en Noruega se venden tantos V.E. en comparación con Colombia, discriminando los efectos de las diferentes políticas públicas impuestas por parte de ambos gobiernos, adicionalmente sirven para evidenciar porque cada país ha implementado diferentes políticas públicas a pesar de que ambos tienen como meta hacer una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones.

De acuerdo con Rivera (2019), uno de los principales determinantes de la demanda de vehículos es el ingreso, así pues, el PIB per cápita y el salario mínimo de ambos países dan grandes evidencias del porque en Noruega generalmente tienen un mayor poder adquisitivo y están en una mejor posición para adquirir vehículos eléctricos (que tienden a ser más costosos que los vehículos de combustión). Sin embargo, esto no es suficiente para explicar

esta diferencia en la cantidad de V.E. vendidos en ambos países, puesto que tener un mayor ingreso no implica que exista una preferencia para comprar vehículos eléctricos sobre vehículos de combustión, más aún, teniendo en cuenta que los VE aun no tienen precios competitivos con su contraparte.

Por otra parte, la tasa de desempleo como indicador no habla directamente sobre el nivel ingreso de los agentes, sin embargo, si habla sobre la estabilidad de los ingresos de los mismos, mientras que en Colombia la tasa de desempleo supera el 10%, en Noruega es tres veces menor, de esta manera, cabe resaltar que una mayor tasa de desempleo tiene una influencia negativa sobre la compra de vehículos en general, así como lo asegura FASECOLDA en un estudio del 2014.

Ahora, aunque el ingreso y la estabilidad del mismo tienen suficiente peso para explicar en gran parte las grandes diferencias en las ventas de vehículos eléctricos, otro factor a tener en cuenta es la equidad con la que los ingresos son distribuidos entre las poblaciones de ambos países y es que el PIB per cápita (PPA) noruego no es solo 5.6 veces mayor al colombiano, sino que también está mejor distribuido, indicando que la proporción de la población con la capacidad económica de adquirir un vehículo eléctrico en Colombia es menor que en Noruega.

Otro de los factores que influye en la demanda de vehículos eléctricos es el nivel educativo de los agentes, así como lo afirma Rivera (2019) al decir que los agentes con un mayor nivel de educación tienen una mayor predisposición para comprar vehículos eléctricos. Esto podría explicarse porque una mejor educación está relacionada con una mayor comprensión de las ventajas de los vehículos eléctricos y una mayor disposición a adoptar nuevas tecnologías; esto se hace evidente en el caso noruego, dado que ocupa el segundo lugar en el ranking del IDH³ a nivel mundial, y sus agentes cuentan en promedio con 4 años más de escolaridad que en Colombia.

Aunque las anteriores variables explican en parte porque los colombianos no usan tantos V.E. como en Noruega, aún falta explicar porque ambos países han tomado diferentes medidas

para impulsar el uso de vehículos de cero emisiones a pesar de que ambos buscan incrementar su uso, para esto, se debe entender que la implementación de políticas públicas implica gastos en el caso de que se usen subsidios, o una reducción en los ingresos en el caso de que se apliquen descuentos impositivos; así pues, la liquidez y la capacidad de endeudamiento de ambos países tienen influencia sobre la capacidad de estos para crear políticas públicas.

³ Los consumidores más educados y conscientes del medio ambiente están más dispuestos a comprar vehículos de cero emisiones (Hackbarth & Madlener, 2013).

Las variables seleccionadas para evaluar lo anterior también ponen a Noruega en una posición superior a la de Colombia, y es que a pesar de que Colombia tiene una población casi 5 veces mayor, Noruega tiene reservas internacionales y un PIB superiores, dándole así una mayor capacidad financiera; esto, sin tener en cuenta que Noruega tiene el fondo soberano de inversiones más grande del mundo. Ahora bien, si se habla de la capacidad de endeudamiento de un país, su deuda pública como porcentaje del PIB es un gran indicador, en el caso noruego, su deuda pública equivale al 30,8% de su PIB, mientras que en el caso colombiano es más del doble, llegando casi al 80%.

Para resumir lo anterior, la población noruega tiene un ingreso mayor y más estable, así como una mejor educación, distribución de los ingresos y un mayor interés por el cuidado del medio ambiente, lo que implica que aun sin ninguna clase de incentivos, la población noruega se encuentra en mejores condiciones para comprar vehículos de cero emisiones.

De la misma manera, el gobierno noruego cuenta con una mayor liquidez y una mayor capacidad de endeudamiento, dándole así el músculo financiero necesario para implementar una variedad de políticas públicas que la menos desarrollada política colombiana no podría implementar.

Comparación de Políticas Públicas

Beneficios en gastos administrativos

<i>Colombia</i>	Noruega
<i>Descuento del 10% del SOAT</i>	

*Descuento del 36% en la
revisión Técnico-mecánica*

Tabla 2: Elaboración propia con datos de la Ley 1964 de 2019

A pesar de que Noruega es el líder mundial en la transición hacia una flota vehicular de cero emisiones, no creó políticas públicas relacionadas con beneficios en gastos administrativos del uso de un vehículo puesto que éstas no logran tener un impacto significativo sobre la demanda de vehículos de cero emisiones; en el caso colombiano, si se crearon este tipo de incentivos, sin embargo, como se dijo anteriormente, dichos beneficios no alcanzan a tener un impacto económico significativo para influenciar la intención de compra de los agentes, y es que el descuento de estas políticas en conjunto es de alrededor de 40 USD, teniendo en cuenta que el valor promedio de un carro nuevo ronda las decenas de miles de dólares, un ahorro anual de 40 USD no afecta la toma de decisiones de un consumidor.

INCENTIVOS TRIBUTARIOS

BENEFICIOS EN LA COMPRA DEL VEHÍCULO	
COLOMBIA	Noruega
IMPUESTO SOBRE LA VENTA NO DEBE PASAR EL 1% (DESCUENTO DEL 2.5%)	No impuesto de importación
	Exención del IVA
	Exención de IVA en leasing
BENEFICIOS PARA EL USO DEL VEHÍCULO	
	No impuesto de rodamiento
	Reducción de impuestos a vehículos empresariales

Tabla 3: Elaboración propia con datos de la Ley 1964 de 2019, y de Norsk Elbilforening.

Con el fin de realizar un análisis más preciso, dentro de la categoría de beneficios tributarios, se tomó la decisión de subdividirla en dos categorías: beneficios tributarios para la compra del vehículo, y beneficios tributarios para el uso del vehículo.

Como se mencionó anteriormente, existen factores socioeconómicos que afectan directamente a ambos gobiernos en la toma de decisiones para la creación de políticas públicas. En este caso, la capacidad de endeudamiento y la liquidez de ambos gobiernos pueden permitir o limitar la creación de incentivos que afecten los gastos e ingresos de un gobierno, como lo podrían ser subsidios o descuentos tributarios, esto se ve reflejado en los

incentivos creados por ambos países, y es que mientras Noruega creó cinco beneficios tributarios de alto impacto económico para los consumidores, Colombia solo puso en marcha un incentivo tributario de bajo impacto económico, lo cual se ve reflejado al comparar el precio del Nissan Leaf en ambos países. En Colombia este vehículo tiene un precio de 45747 USD mientras que en Noruega es de 21113 USD después de aplicar todos los beneficios tributarios para la compra del vehículo, es decir, en Colombia el mismo vehículo vale más del doble a pesar de que el costo de vida en Noruega es significativamente más alto. Ahora, si a esto se le suma el hecho de que PIB per cápita noruego es 5.6 veces mayor, no es de extrañar la gran diferencia en la venta de vehículos de cero emisiones entre ambos países.

INCENTIVOS MONETARIOS NO TRIBUTARIOS

COLOMBIA	Noruega
	No Pago de peajes
	No Pago de ferries
	Parqueadero municipal gratis
	Carga gratis en estaciones de carga municipales.

Tabla 4: Elaboración propia con datos de la Ley 1964 de 2019, y de Norsk Elbilforening.

En cuanto a incentivos monetarios no tributarios, Colombia no ha tomado ninguna medida, mientras que Noruega ha optado por dejar de cobrar algunas tarifas (como peajes o parqueadero) a los vehículos de cero emisiones, a pesar de que el gobierno noruego puede dejar de percibir ingresos sin comprometer la financiación de sus otras necesidades y Colombia no, este tipo de incentivos se podrían implementar en Colombia con mayor facilidad y esto se evidencia en el caso de los peajes, los cuales en Colombia solo el 15% pertenecen al estado, mientras que el 85% restante pertenecen a entes privados.

Incentivos no monetarios

<i>Colombia</i>	<i>Noruega</i>
<i>No restricción a la circulación vehicular (pico y placa, día sin carro, restricciones ambientales).</i>	Acceso a carriles exclusivos de transporte público.
<i>Derecho de carga en edificios residenciales</i>	Derecho de carga en edificios residenciales
<i>Parqueadero preferencial</i>	

Tabla 5: Elaboración propia con datos de la Ley 1964 de 2019, y de Norsk Elbilforening.

En la categoría de incentivos no monetarios es donde hay más paridad entre ambos países, lo cual en parte se puede ver explicado porque estas medidas se pueden caracterizar como *nudges* ya que buscan ayudar a modificar una conducta alterando el entorno de los consumidores, pero interviniendo lo menos posible en su proceso de toma de decisiones y sin cambiar de forma significativa los incentivos económicos, en este sentido, este tipo de medidas no representan ningún costo significativo ni para los gobiernos ni para los consumidores.

Leyes Impuestas

Colombia	Noruega
<i>Libertad de adopción de incentivos para entidades territoriales.</i>	Libertad de adopción de incentivos para entidades territoriales.
<i>El 30% de los vehículos comprados de transporte público y del gobierno nacional deben ser de cero emisiones.</i>	Todos los vehículos vendidos a partir del año 2025 deben ser cero emisiones.
<i>Todas las municipalidades deben tener un mínimo de 5 estaciones de carga rápida.</i>	
<i>Debe haber disponibilidad garantizada de autopartes y repuestos.</i>	

Tabla 6: Elaboración propia con datos de la Ley 1964 de 2019, y de Norsk Elbilforening.

Aunque ambos países tienen leyes en pro de una transición a una flota vehicular de cero emisiones, se puede observar que cada país ha dirigido sus leyes a diferentes grupos de agentes, por un lado, Noruega estableció que a partir del año 2025 todos los vehículos vendidos a nivel nacional deben ser de cero emisiones, esta medida acoge tanto los vehículos comprados por agentes particulares como los comprados por agentes gubernamentales.

Mientras tanto, el gobierno colombiano ha optado por implementar leyes que rigen principalmente las compras de los vehículos de transporte público y de entes gubernamentales. Se debe tener en cuenta que las leyes impuestas por Colombia tienen sus

propios retos, por ejemplo, exigir que todas las municipalidades tengan un mínimo de 5 estaciones de carga rápida es algo factible para los municipios más grandes del país, sin embargo, sería una medida casi imposible de implementar para una gran cantidad de municipios del país que no tienen la infraestructura necesaria para esto puesto que:

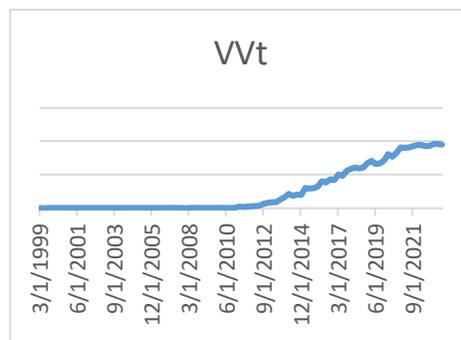
- Hay municipios que ni siquiera tienen calles pavimentadas
- Hay municipios en donde tanto la población como su gobierno no tienen los recursos económicos necesarios ni para instalación de las estaciones de carga ni para la compra de vehículos de cero emisiones.

En resumen, se evidenció que en Noruega han implementado más políticas públicas que en Colombia, además de esto los incentivos impuestos por parte del gobierno noruego tienen un mayor impacto financiero para sí mismos que en caso colombiano tanto desde un punto de vista de ingresos tributarios como de gasto público. Adicionalmente se observó que las leyes colombianas van enfocadas a influenciar el comportamiento de los agentes estatales mientras que las noruegas van más enfocadas a agentes no gubernamentales a pesar de que acogen a todo tipo de agentes.

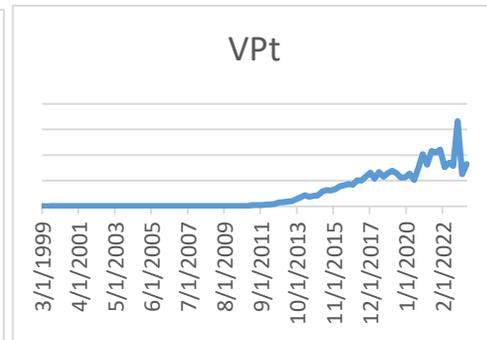
Resultados del modelo

Antes de realizar las regresiones correspondientes al modelo, se realizó el de Dickey-Fuller (ver Anexos 1 a 7) para determinar si las variables seguían un proceso estacionario; este test arrojó que todas las variables eran no estacionarias, por lo que se diferenciaron. El siguiente paso fue hacer el test de Durbin-Watson así como la función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial para detectar la presencia de autocorrelación en las series de tiempo. Estos test dieron indicios de que los datos tiene componentes $AR(p)$ y $MA(q)$.

Teniendo en cuenta lo anterior, además del hecho de que el propósito de la parte cuantitativa de esta investigación es evaluar el efecto de las políticas públicas noruegas (choques exógenos), se decidió usar un modelo $ARMAX(p,q)$. Además, se debe tener en cuenta que se usaron los criterios de información de Akaike y Schwartz con el fin de determinar el orden que siguieron los modelos $ARMAX$ que fueron planteados.



Gráfica 1



Gráfica 2

Gráfica1: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Gráfica 2: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

Al ver el comportamiento de estas dos variables (dependientes) en el tiempo se observa que entre los años 2010 y 2012 ocurre un cambio estructural en la demanda de vehículos eléctricos. Este cambio, se puede ver explicado porque a entre finales de 2010 y principios de 2011 se masificó la producción de vehículos eléctricos a nivel mundial con el lanzamiento del Chevrolet Bolt y el Nissan Leaf. Esto llevó a crear la variable dummy STRt.

Incentivos tributarios sobre la compra del vehículo

Variables	VV(1)		VP(1)		VP(2)	
<i>D.i</i>	-0.215	(0.598)	-18,377	(14,518)	28,945	(27,008)
<i>D.GasP</i>	-0.0163**	(0.00699)	-818.6***	(222.9)	-470.2*	(265.4)
<i>D.DiesP</i>	0.00812	(0.00660)	265.0	(214.5)	-110.4	(296.4)
<i>D.DLD</i>	1.21e-07	(3.07e-07)	0.00932*	(0.00518)	0.0127	(0.00993)
<i>D.PIB</i>	2.68e-08	(2.26e-07)	0.0366***	(0.0112)	0.0107	(0.0108)
<i>AR(1)</i>			-0.930***	(0.244)	-0.955***	(0.0915)
<i>MA(1)</i>	-0.370***	(0.104)	-0.137	(0.310)	0.313*	(0.172)
<i>MA(2)</i>			-0.606**	(0.289)		
<i>Constante</i>	-6.97e-06	(0.0126)	-304.9	(192.1)	-4,489***	(1,082)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0227***	(0.00157)	967.4***	(60.70)	929.4***	(75.61)
VAT_L	0.0182***	(0.00433)	108.9*	(65.28)		
ITax					4,220***	(1,146)
<i>Observaciones</i>	97		97		97	

Standard errors in parentheses

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

Tabla 7: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

<i>Variables</i>	<i>VV(2)</i>		<i>VP(3)</i>	
<i>D.i</i>	-0.119	(0.462)	20,273	(24,726)
<i>D.GasP</i>	-0.0157**	(0.00714)	-553.2*	(284.6)
<i>D.DiesP</i>	0.00433	(0.00648)	3.950	(312.4)
<i>D.DLD</i>	6.42e-08	(1.59e-07)	0.00730	(0.0118)
<i>D.PIB</i>	-2.05e-07	(2.40e-07)	0.0106	(0.0134)
<i>AR(1)</i>			-0.808***	(0.109)
<i>MA(1)</i>	-0.789	(0)		
<i>MA(2)</i>	-0.211*	(0.112)		
<i>Constante</i>	-0.0440*	(0.0229)	-3,775***	(1,268)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0190***	(0.00135)	937.6***	(77.51)
<i>STR</i>	0.0142***	(0.00204)	177.5	(238.1)
<i>VAT_L</i>	0.0106***	(0.00127)		
<i>ITax</i>	0.0430*	(0.0232)	3,604***	(1,337)
<i>Observaciones</i>	97		97	
	Standard errors in parentheses			
	*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Tabla 8: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

En las tablas 7 y 8 se presentan los resultados de 5 regresiones en donde se busca determinar la eficacia de los incentivos tributarios enfocados en la compra de vehículos eléctricos. Adicionalmente se busca mostrar cómo cambia la eficacia de dichas políticas al incluir el cambio estructural en las regresiones.

Las regresiones VV(1) y VV(2) muestran el impacto de la exención del pago del impuesto de importación y del IVA para VE adquiridos a través de leasing. Ambas regresiones indican que la introducción de VAT_L tuvo un efecto positivo sobre la demanda de vehículos eléctricos lo cual concuerda con la teoría económica; además cabe resaltar que el efecto de VAT_L es significativo estadísticamente al 99%. Adicionalmente, se puede evidenciar que al tener en cuenta el cambio estructural, el efecto de ITax adquiere significancia estadística e indica que tiene un efecto positivo sobre la demanda de VE al indicar que la entrada de esta política pública aumentó en un 4% la demanda de VE.

Las regresiones VP(1) y VP (2) muestran el choque individual de la entrada de VAT_L y ITax respectivamente y en ambos casos se observa que tienen un efecto positivo sobre la cantidad de registros nuevos de VE por cada 10,000 habitantes (los dos choques son

significativos estadísticamente). Tomando en consideración el efecto del cambio estructural en la regresión VP(3) se puede ver que el único incentivo que mantuvo su significancia estadística fue ITax, indicando que la entrada de esta política aumentó en 3,604 unidades la cantidad de vehículos por cada 10,000 habitantes. Por último, es destacable que no se encontró evidencia estadística de que la exención del IVA en la compra de vehículos tuviera un efecto positivo sobre la demanda de estos (ver Anexo No. 29).

Incentivos tributarios para el uso del vehículo

<i>Variables</i>	<i>VV(1)</i>		<i>VP(1)</i>	
<i>D.i</i>	0.546	(0.868)	-17,937	(13,781)
<i>D.GasP</i>	-0.00971	(0.00842)	-1,073***	(184.9)
<i>D.DiesP</i>	0.00511	(0.00808)	397.4**	(196.7)
<i>D.DLD</i>	-1.62e-07	(3.40e-07)	0.00609*	(0.00358)
<i>D.PIB</i>	4.88e-07	(3.18e-07)	0.0432***	(0.0102)
<i>AR(1)</i>	-1.893***	(0.166)	-0.931***	(0.233)
<i>AR(2)</i>	-0.906***	(0.163)		
<i>MA(1)</i>	1.888***	(0.122)	-0.282	(70.64)
<i>MA(2)</i>	0.926***	(0.103)	-0.718	(50.90)
<i>Constante</i>	0.0504	(0.0916)	166.8	(232.1)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0209***	(0.00145)	928.4	(32,838)
<i>RTax</i>	0.0295**	(0.0132)		
<i>CCD</i>	-0.0183	(0.0866)		
<i>CCM</i>	-0.0751**	(0.0312)	-541.2***	(161.7)
<i>Observaciones</i>	97		97	

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 9: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

<i>Variables</i>	<i>VV(2)</i>	
<i>D.i</i>	0.410	(0.746)
<i>D.GasP</i>	-0.00855	(0.00792)
<i>D.DiesP</i>	0.00429	(0.00793)
<i>D.DLD</i>	-4.54e-07	(3.71e-07)
<i>D.PIB</i>	4.45e-07*	(2.51e-07)
<i>AR(1)</i>	-0.949***	(0.0416)
<i>MA(1)</i>	0.806***	(0.0920)
<i>Constante</i>	-4.95e-05	(0.114)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0205***	(0.00135)
<i>STR</i>	0.0258**	(0.0131)
<i>RTax</i>	0.0203*	(0.0111)
<i>CCD</i>	0.00240	(0.110)
<i>CCM</i>	-0.0117	(0.0364)
<i>Observaciones</i>	97	

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 10: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

En el caso de VP(1) solo se tuvo en cuenta el efecto de la reducción en el impuesto para VE empresariales, e indicó que existe una relación inversa entre la cantidad de VE por cada 10,000 habitantes y el valor porcentual del impuesto pagado por cada VE en manos de empresas; lo cual tiene sentido económico. Además, este efecto tiene significancia estadística.

Para VV(1) se agregaron simultáneamente 3 choques de política pública (RTax, CCD y CCM) señalando que tanto la exención del impuesto de rodamiento como la reducción en el pago de los impuestos para VE empresariales tienen un efecto positivo sobre la proporción de vehículos eléctricos sobre el total de vehículos, en donde ambos choques son estadísticamente significativos al 95%. Por otra parte, después de incluir el efecto del cambio estructural solo RTax sigue siendo estadísticamente significativo; esto puede indicar que entre este conjunto de incentivos RTax es la medida que más impacto tiene sobre la demanda de VE.

Incentivos monetarios no tributarios

<i>Variables</i>	<i>VV(1)</i>		<i>VV(2)</i>		<i>VV(3)</i>	
<i>D.i</i>	-0.0550	(0.581)	-0.0549	(0.581)	-0.0550	(0.581)
<i>D.GasP</i>	-0.0127	(0.00850)	-0.0127	(0.00850)	-0.0127	(0.00850)
<i>D.DiesP</i>	0.00494	(0.00805)	0.00494	(0.00806)	0.00494	(0.00805)
<i>D.DLD</i>	-3.08e-07	(2.91e-07)	-3.08e-07	(2.91e-07)	-3.08e-07	(2.91e-07)
<i>D.PIB</i>	7.99e-08	(2.47e-07)	8.02e-08	(2.47e-07)	7.99e-08	(2.47e-07)
<i>AR(1)</i>	0.969***	(0.0383)	0.969***	(0.0383)	0.969***	(0.0383)
<i>MA(1)</i>	-1.413***	(0.0767)	-1.413***	(0.0768)	-1.413***	(0.0767)
<i>MA(2)</i>	0.622***	(0.0839)	0.622***	(0.0839)	0.622***	(0.0839)
<i>Constante</i>	0.00563	(0.0253)	0.0249	(0.0243)	0.00563	(0.0253)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0218***	(0.00152)	0.0218***	(0.00152)	0.0218***	(0.00152)
FD	0.0192**	(0.00867)				
FM			-0.0385**	(0.0173)		
FreeC					0.0192**	(0.00867)
<i>Observaciones</i>	97		97		97	
	Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1					

Tabla 11: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

<i>Variables</i>	<i>VV(1)</i>		<i>VV(2)</i>	
<i>D.i</i>	-0.0550	(0.581)	-0.0210	(0.573)
<i>D.GasP</i>	-0.0127	(0.00850)	-0.0118	(0.00805)
<i>D.DiesP</i>	0.00494	(0.00805)	0.00379	(0.00764)
<i>D.DLD</i>	-3.08e-07	(2.91e-07)	-3.01e-07	(2.96e-07)
<i>D.PIB</i>	7.99e-08	(2.47e-07)	6.44e-08	(2.45e-07)
<i>AR(1)</i>	0.969***	(0.0383)	0.972***	(0.0368)
<i>MA(1)</i>	-1.413***	(0.0767)	-1.413***	(0.0788)
<i>MA(2)</i>	0.622***	(0.0839)	0.606***	(0.0850)
<i>Constante</i>	0.00563	(0.0253)	0.0250	(0.0248)
<i>Constante SIGMA</i>	0.0218***	(0.00152)	0.0218***	(0.00151)
TRD	0.0192**	(0.00867)		
TRM			-0.0362**	(0.0173)
<i>Observaciones</i>	97		97	

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 12: Elaboración propia con datos obtenidos de un modelo econométrico propio.

En las tablas 11 y 12 se muestran los resultados de 5 regresiones cada una con choques (incentivos monetarios no tributarios) individuales. En cada una de estas, el choque de política pública tuvo un efecto positivo sobre la demanda de VE; adicionalmente todos estos choques fueron significativos estadísticamente. A esto, se suma que esta fue la única categoría de políticas públicas en donde todas las medidas tuvieron un efecto positivo y fueron significativas estadísticamente sobre la variable dependiente. Las 3 variables dummy tuvieron un efecto positivo sobre VVt, sin embargo, los resultados de TRM y FM evidenciaron que la política pública con mayor efecto sobre la demanda de VE fue la exención del pago de ferris. Adicionalmente, después de incluir el cambio estructural en las regresiones, se pierde la significancia estadística de todos estos choques, por lo que no se puede concluir con certeza que estas medidas tengan un verdadero efecto.

En resumen, se puede decir que la exención del impuesto de importación de VE es el incentivo de política pública que más impacto tuvo sobre la transición hacia una flota vehicular de cero emisiones aun teniendo en cuenta los efectos del cambio estructural. Algo para resaltar, es que no se esperaba que VAT_L tuviera un mayor efecto que VAT (no se encontró evidencia de que ésta, tuviera algún efecto sobre la demanda de vehículos eléctricos).

Si miramos los efectos de los incentivos tributarios para el uso de VE, encontramos que la exención del pago del impuesto de rodamiento tiene un mayor efecto que el descuento en el pago de impuestos de VE empresariales. Lo anterior es de esperarse, puesto que la primera medida va dirigida a una mayor cantidad de agentes (incluye tanto VE empresariales como particulares) mientras que la otra medida solo afecta a VE empresariales.

En pro de identificar los retos y oportunidades para Colombia, el conjunto de incentivos monetarios no tributarios se muestra como una gran oportunidad para Colombia puesto que no representan un gran costo económico para el país, sin embargo, esto se debe estudiar con mayor delicadeza puesto que, la evidencia estadística no dio total certeza sobre la eficacia de estas políticas.

Por último, vale la pena mencionar que también se modeló el efecto del uso exclusivo del carril del bus para VE, pero no se encontró evidencia a favor de la efectividad de esta política pública (ver Anexo 29).

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el principal objetivo es la identificación de retos y oportunidades en la transición hacia una flota vehicular de cero emisiones, se identificó que hay dos principales retos generales de los cuales se desprenden retos concretos. De acuerdo con los análisis cualitativos y cuantitativos, el principal reto es económico, y este, se puede dividir en dos categorías:

Finanzas del gobierno:

Si se compara a Colombia con Noruega, la diferencia más evidente es la liquidez y capacidad de endeudamiento superior que tiene el gobierno noruego. Y es que la capacidad de creación e implementación de políticas públicas depende directamente de las finanzas de un gobierno, ya sea a través de la creación de subsidios (implican un gasto), o la creación de descuentos tributarios (implican una disminución en los ingresos). Así que, si solo se tuviera en cuenta esta información, se diría que la creación de políticas públicas para Colombia serían casi imposible. Sin embargo, vale la pena investigar más a fondo las implicaciones económicas que tiene la contaminación del aire en Colombia, porque de acuerdo con un estudio del 2004,

el Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (Conpes), estimó que los efectos adversos de la contaminación del aire en Colombia tienen un costo de 1.5 billones de pesos anuales (Conpes, 2005). Entonces surge la pregunta, ¿se podrían compensar algunos gastos de la creación de políticas públicas si se reducen las externalidades económicas de la contaminación del aire en Colombia?

Ahora, recordando los resultados de los modelos de series de tiempo, la exención de impuestos de importación y rodamiento fueron las medidas más efectivas para el caso noruego, sin embargo, también pueden tener un alto costo para el gobierno, lo que resalta la importancia de las finanzas del gobierno para llevar a cabo esta transición.

Finanzas Personales:

Otro gran reto para Colombia es el bajo ingreso promedio que presenta la población colombiana, así como la poca estabilidad de este. Puesto que incluso, si las políticas noruegas se implementaran en Colombia, un VE seguiría siendo más costoso que una moto (vehículo personal más usado por los colombianos).

El segundo gran reto, es la creación de una conciencia ambiental que ponga el cuidado del medio ambiente en un punto más alto de las prioridades personales de los colombianos, y es que el IDH y los años de escolaridad en Colombia como índices (sirven como proxy de la conciencia medioambiental) son inferiores a sus contrapartes noruegas. Se debe recordar que los consumidores más educados y conscientes del medio ambiente están más dispuestos a comprar vehículos de cero emisiones (Hackbarth & Madlener, 2013).

Ahora bien, si hablamos de las oportunidades que tiene Colombia se encontraron dos principales:

Peajes:

Una de las conclusiones a las que se llegó a través del análisis cuantitativo, es que la exención del pago de peajes puede tener un impacto positivo sobre la demanda de VE. Esto es relevante si se tiene en cuenta que el 85% de los peajes en Colombia están en manos de agentes

privados; por lo que la exención o reducción en el pago de peajes no implicarían un alto costo económico para el gobierno.

Incentivos sin costo monetario:

Aunque con un impacto menor, otra oportunidad para Colombia yace en la implementación de más incentivos sin costo económico, como lo sería el uso exclusivo del carril del bus para VE. Sin embargo, cabe resaltar, que no se encontró evidencia suficiente para soportar que este tipo de medidas tengan un efecto significativo.

Por último, es importante tener en cuenta que el 68% de la matriz energética colombiana consiste de energías renovables, entonces, una transición hacia una flota vehicular de cero emisiones, si generaría una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero. Lo anterior no se puede asegurar para aquellos países en donde la producción energética depende de combustibles fósiles, puesto que, en estos casos, una transición hacia una flota vehicular más amigable con el medio ambiente, solo cambiaría el medio por el cual se emiten los gases de efecto invernadero.

Nota: (Mercado de motos eléctricas):

Teniendo en cuenta que el método de transporte personal más usado por los colombianos son las motos, que el mercado de las motos eléctricas aún esta subdesarrollado y que el poder adquisitivo de los colombianos se ajusta más a un medio de transporte más barato, se sugiere estudiar más a fondo la posible creación de políticas públicas enfocadas a fomentar el uso específico de motos eléctricas, sin olvidar las dudas que pueden surgir con respecto a sus implicaciones en la seguridad vial.

Además, se tiene en cuenta, que una alta cantidad de las motos que se usan en Colombia se ensamblan dentro del país, una de las grandes oportunidades que surge para este mercado, es que no hay que pagar costos de importación, lo que disminuye su precio de venta.

REFERENCIAS

Certainly! Here is the list of sources you provided:

1. Acolgen. (2021). Capacidad Instalada. <https://www.acolgen.org.co/capacidad-instalada/>
2. BBC. (2019). Cambio climático: cómo era la Tierra cuando había tanto CO2 en la atmósfera como ahora. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50563893>
3. Becker, G. S. (1974). Crimen y castigo: un enfoque económico por Gary S. Becker. The National Bureau of Economics Research NBER, 44.
4. Berlin Valenzuela, F., Collado, J. M., Ángel, M., Cadena, C., González, M., Molina, O. L., Pericles, P., Urrutia, N., Orozco Gómez, J., Thalía, S., De, P., Llave, L., Rivera, F., David, A., & Vera, V. (1997). Diccionario universal de términos parlamentarios.
5. Cairo, V. R. (2018). Economía conductual, paternalismo libertario y libertad de elegir. *Quipukamayoc*, 26(52), 103–112. <https://doi.org/10.15381/quipu.v26i52.15490>
6. Cardenas, M. (2013). Introducción a la Economía Colombiana (3a ed.). Alfaomega.
7. Cerrillo, A. (2020). Reino Unido pondrá fin a la venta de nuevos coches de combustión en 2030. <https://www.lavanguardia.com/natural/contaminacion/20201118/49531008627/coche-electrico-transport-and-environment-2030.html>
8. Colino, C., Instituto, P. /, & March, J. (s/f). Román Reyes (Dir): Diccionario Crítico de Ciencias Sociales Método comparativo.
9. Colón, G. F. (2008). Calentamiento Global: ¿El punto de no retorno? *Humania del Sur*, 0(4), 53–70.
10. Conpes. (2005). LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE LA POLITICA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE. Documento Conpes, 3344.
11. Electromaps. (2023a). Puntos de Recarga Colombia. <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>

12. Electromaps. (2023b). Puntos de Recarga Noruega. <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/norway>
13. Estrada, M. (2001). Cambio Climático Global, causa y consecuencias. *Revista de información y análisis*, 01(16), 7–17.
14. Gneezy, U., Meier, S., & Rey-Biel, P. (2011). When and Why Incentives (Don't) Work to Modify Behavior. *Journal of Economic Perspectives*, 25(4), 191–210. <https://doi.org/10.1257/jep.25.4.191>
15. Gobierno Nacional. (2021). Colombia, ingresos mensuales en 23 ciudades. <https://www.datos.gov.co/Estad-sticas-Nacionales/Colombia-ingresos-mensuales-en-23-ciudades-seg-n-d/gc94-bzse>
16. Habibi, S., Hugosson, M. B., Sundbergh, P., & Algers, S. (2015). Evaluation of Bonus-Malus systems for reducing car fleet CO₂ emissions in Sweden.
17. IGAC. (2015). Tan solo el 0,3% de todo el territorio colombiano corresponde a áreas urbanas. <https://igac.gov.co/es/noticias/tan-solo-el-03-por-ciento-de-todo-el-territorio-colombiano-corresponde-areas-urbanas-igac>
18. Klesty, V. (Reuters). (2021). Electric cars rise to record 54% market share in Norway in 2020. <https://www.reuters.com/article/us-autos-electric-norway-idUKKBN29A0ZT>
19. Knight, K. W., & Schor, J. B. (1991). Economic Growth and Climate Change: A Cross-National Analysis of Territorial and Consumption-Based Carbon Emissions in High-Income Countries. *Sustainability*, 6, 3722–3731. <https://doi.org/10.3390/su6063722>
20. Mankiw, N. G. (2014). *Macroeconomía* (8va ed.). Antoni Bosch editor S.A.
21. MinTransporte. (2023). Colombia tiene 8299 vehiiculos eléctricos en el Runt, 1699 más de la meta del plan nacional de desarrollo. <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/11015/colombia-tiene-8299-vehiculos-electricos-en-el-runt-1699-mas-de-la-meta-del-plan-nacional-de-desarrollo/>
22. Monroy Cely, D. A. (2017). Nudges y decisiones inconscientes: sesgo de statu quo y políticas públicas en Colombia. *Desafíos*, 29(1), 211. [<https://doi.org/10>]

ANEXOS

```
Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs = 97
Variable: Yt                          Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller
          statistic          1%      critical value      5%      10%
-----
Z(t)          2.155          -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9988.
```

• Anexo No. 1 (Test Dickey Fuller para VVt)

```
. dfuller VP

Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs = 97
Variable: VP                          Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller
          statistic          1%      critical value      5%      10%
-----
Z(t)          -2.004          -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2849.
```

• Anexo No. 2 (Test Dicker Fuller para VPt)

```
. dfuller PIBpc

Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs = 97
Variable: PIBpc                          Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller _____
          statistic          1%      critical value      5%      10%
-----
Z(t)      -0.997      -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7544.
```

• Anexo No. 3 (Test Dickey Fuller para PIB)

```
. dfuller i

Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs = 97
Variable: i                              Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller _____
          statistic          1%      critical value      5%      10%
-----
Z(t)      -2.183      -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.2126.
```

• Anexo No. 4 (Test Dickey Fuller para i)

```
. dfuller DLD

Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs = 97
Variable: DLD                        Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller
          statistic      1%         critical value
                                5%         10%
-----
Z(t)          7.932      -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 1.0000.
```

- Anexo No. 5 (Test Dickey Fuller para DLD)

```
. dfuller GasP

Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs = 97
Variable: GasP                        Number of lags = 0

H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller
          statistic      1%         critical value
                                5%         10%
-----
Z(t)          0.190      -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9717.
```

- Anexo No. 6 (Test Dickey Fuller para GasP)

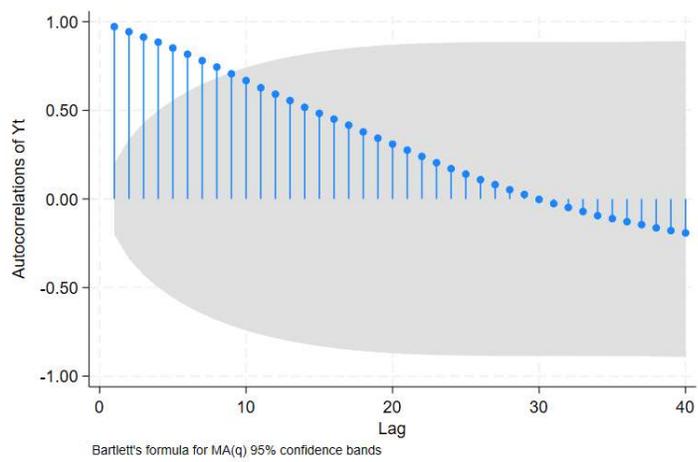
```
. dfuller DiesP

Dickey-Fuller test for unit root      Number of obs = 97
Variable: DiesP                       Number of lags = 0

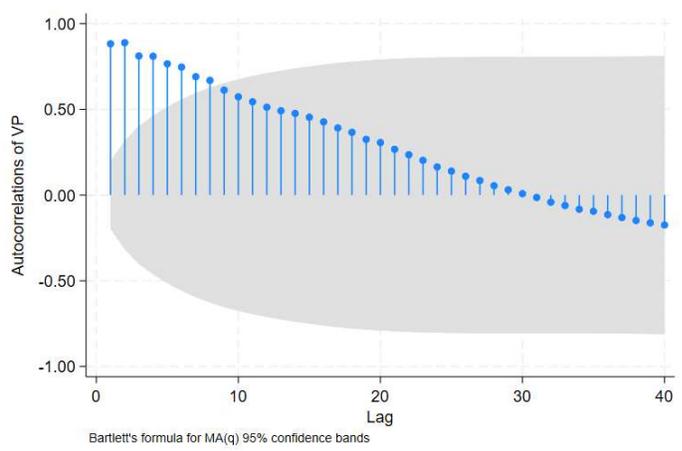
H0: Random walk without drift, d = 0

          Test          _____ Dickey-Fuller
          statistic      1%         critical value
                                5%         10%
-----
Z(t)         -0.102      -3.514      -2.892      -2.581
-----
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9492.
```

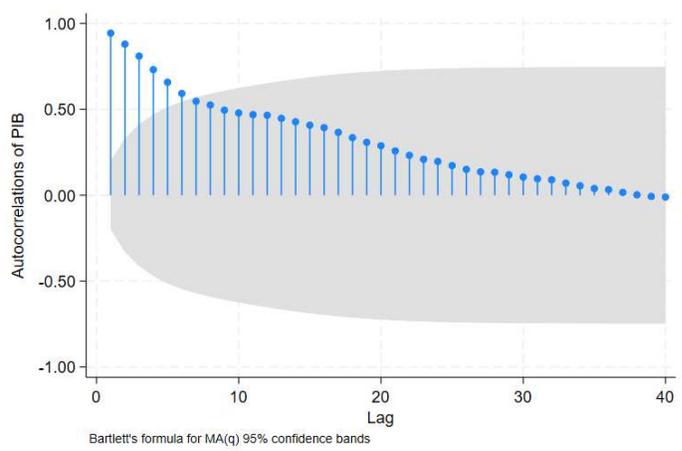
- Anexo No. 7 (Test Dickey Fuller para DiesP)



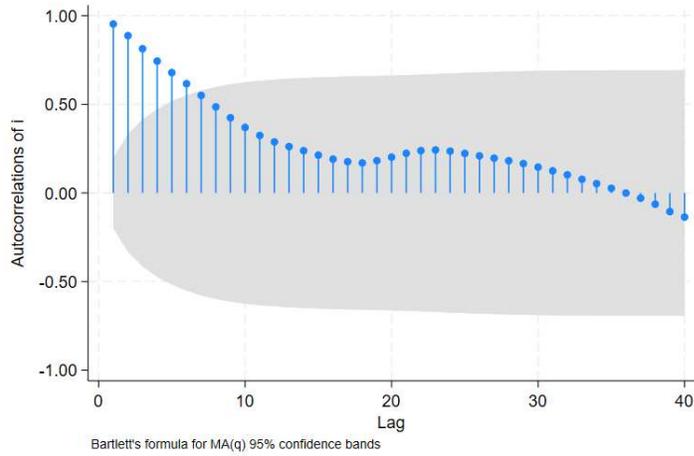
• Anexo No. 8 (Función de Autocorrelación para VVt)



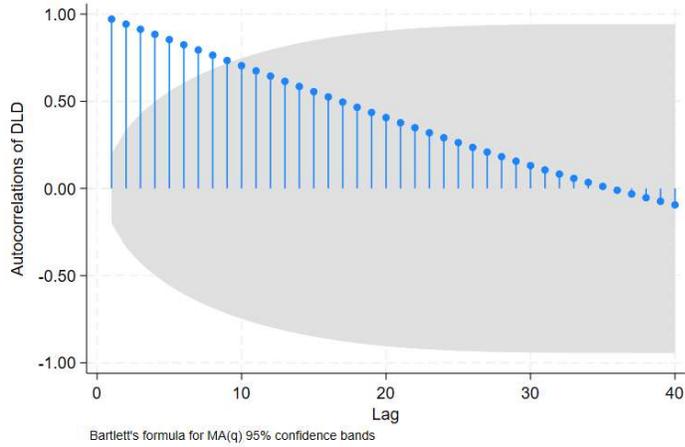
• Anexo No. 9 (Función de Autocorrelación para VPt)



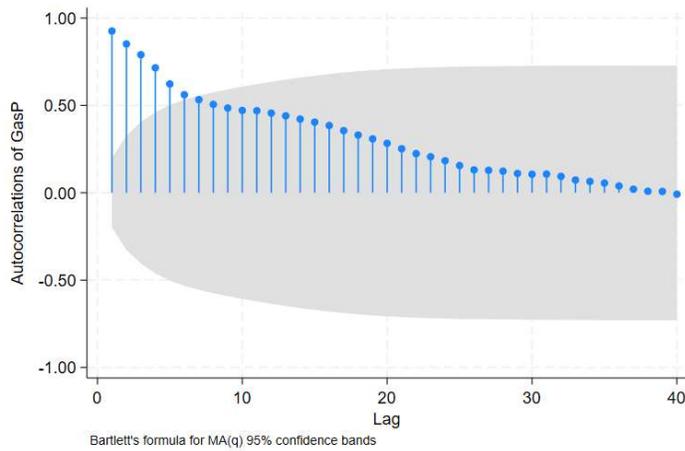
• Anexo No. 10 (Función de Autocorrelación para PIB)



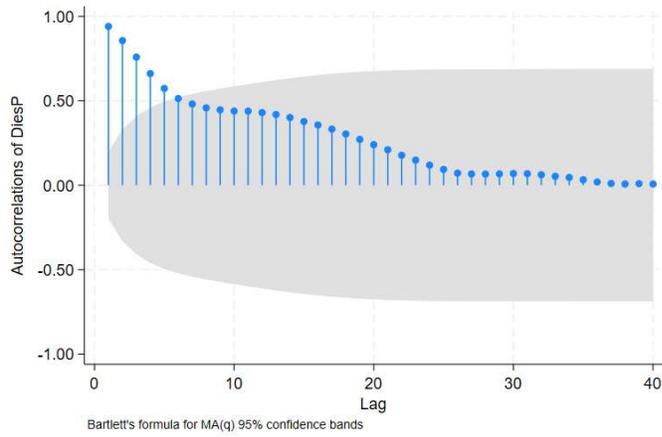
• Anexo No. 11 (Función de Autocorrelación para i)



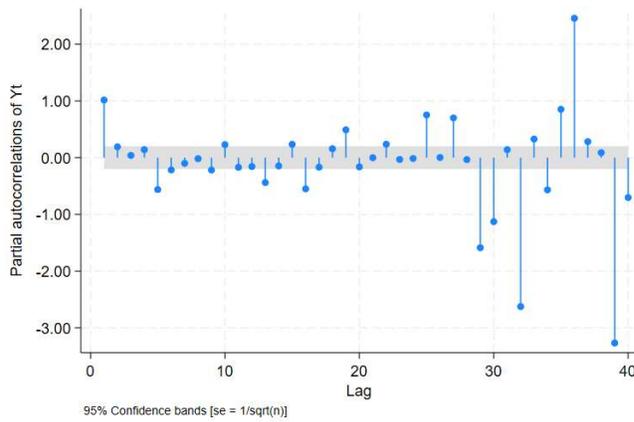
• Anexo No. 12 (Función de Autocorrelación para DLD)



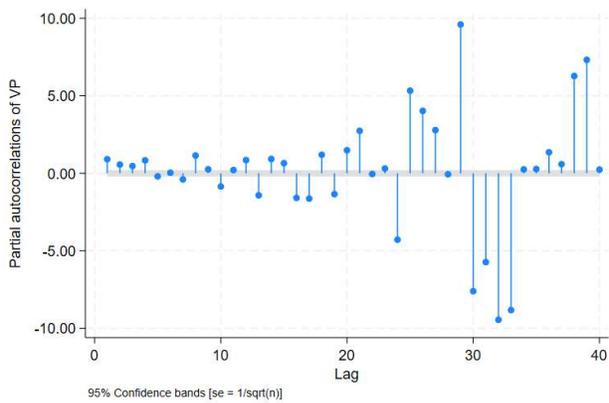
• Anexo No. 13 (Función de Autocorrelación para GasP)



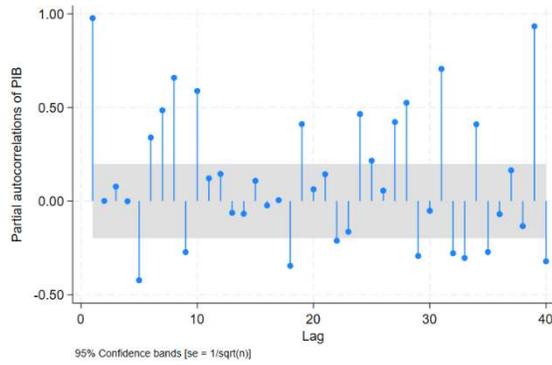
• Anexo No. 14 (Función de Autocorrelación para DiesP)



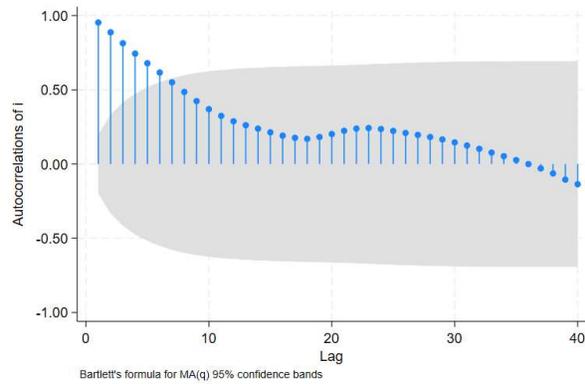
• Anexo No. 15 (Función de Autocorrelación Parcial para VVt)



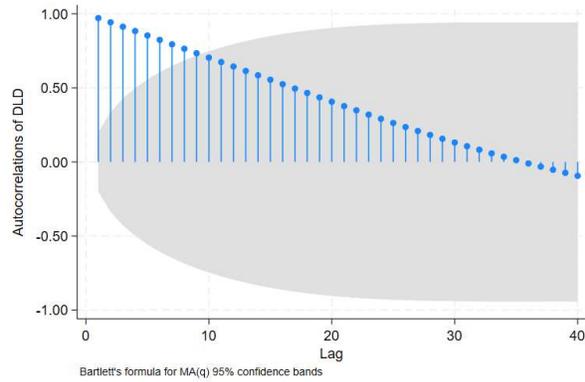
• Anexo No. 16 (Función de Autocorrelación Parcial para VPt)



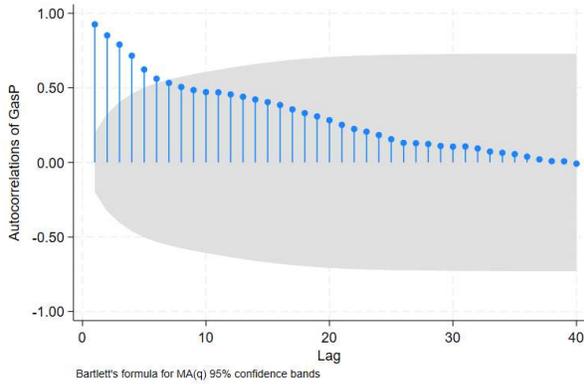
● Anexo No. 17 (Función de Autocorrelación Parcial para PIB)



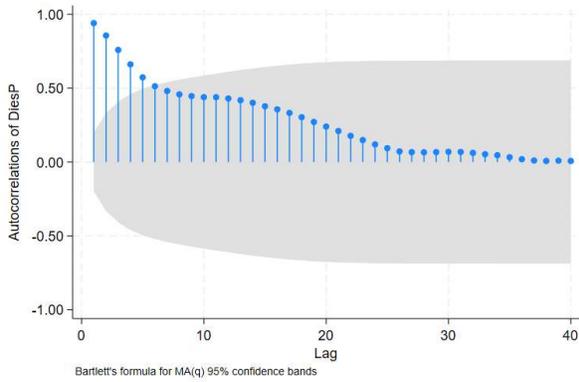
● Anexo No. 18 (Función de Autocorrelación Parcial para i)



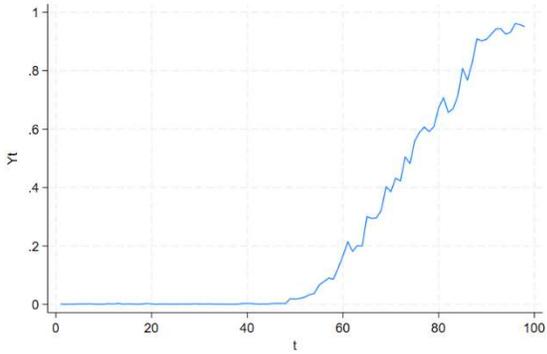
● Anexo No. 19 (Función de Autocorrelación Parcial para DLD)



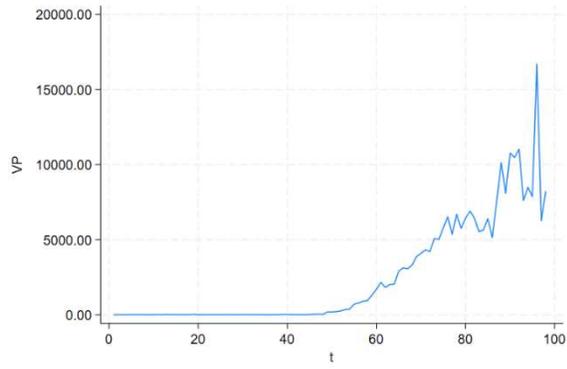
- Anexo No. 20 (Función de Autocorrelación Parcial para GasP)



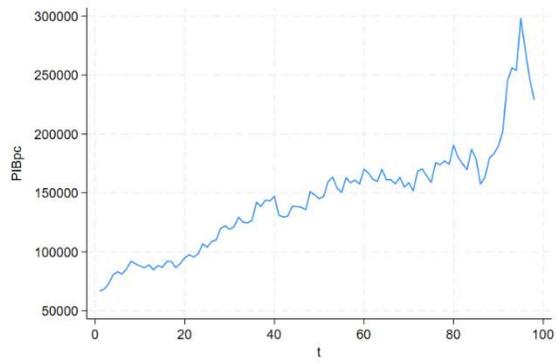
- Anexo No. 21 (Función de Autocorrelación Parcial para DiesP)



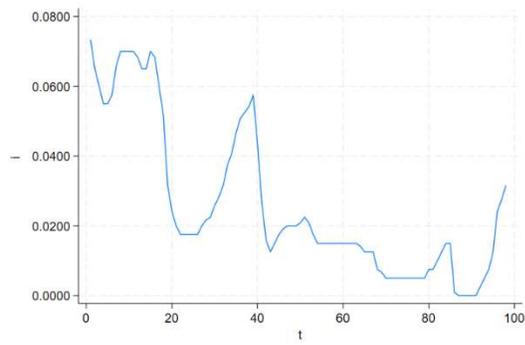
- Anexo No. 22 (VVt contra el tiempo)



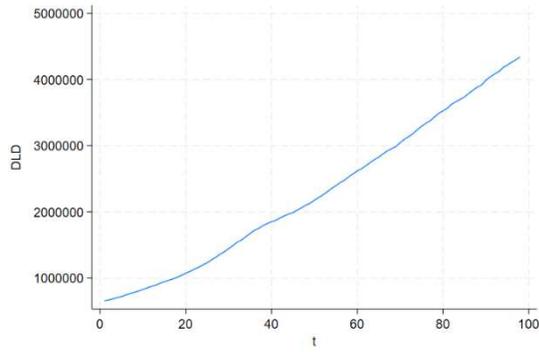
- Anexo No. 23 (VPt contra el tiempo)



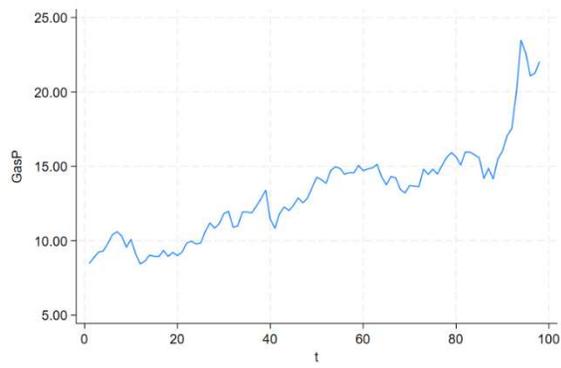
- Anexo No. 24 (PIB contra el tiempo)



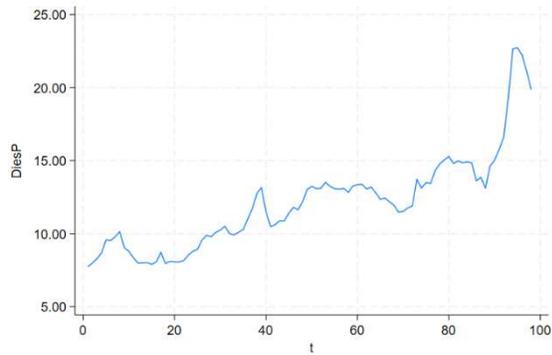
- Anexo No. 25 (i contra el tiempo)



• Anexo No. 26 (DLD contra el tiempo)



• Anexo No. 27 (GasP contra el tiempo)



• Anexo No. 28 (DiesP contra el tiempo)

Anexo No. 29

<i>Variables</i>	<i>VV(1)</i>		<i>VP(1)</i>	
<i>D.i</i>	-.067054	(.6498638)	-25792.31*	(15058.14)
<i>D.GasP</i>	-.012403	(.0081788)	-889.32***	(306.1124)
<i>D.DiesP</i>	.0053152	(.0075282)	348.5775	(263.0972)
<i>D.DLD</i>	-2.72e-07	(3.25e-07)	.016158***	(.0048611)
<i>D.PIB</i>	9.72e-08	(2.44e-07)	.0349846***	(.0117107)
<i>AR(1)</i>	.9555193***	(.0571436)	-.367036***	(.0900516)
<i>MA(1)</i>	-1.33894***	(.0919414)	-.760195***	(.0916762)
<i>MA(2)</i>	.5091838***	(.077087)		
<i>Constante</i>	.0169706	(.0248426)	-302.1816	(253.8334)
<i>Constante SIGMA</i>	.0222536	(.0014688)	996.6162	
VAT	.002176	(.0179758)	-241.561	(321.357)
<i>Observaciones</i>	97		97	
	Standard errors in parentheses			
	*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

<i>Variables</i>	<i>VV(1)</i>		<i>VP(1)</i>	
<i>D.i</i>	-.129755	(.6298064)	-19776.96	(14305.12)
<i>D.GasP</i>	-.012686	(.008404)	-961.19***	(268.925)
<i>D.DiesP</i>	.0057844	(.007616)	464.803**	(213.1851)
<i>D.DLD</i>	-3.69e-07	(3.25e-07)	.0160607**	(.0081904)
<i>D.PIB</i>	1.00e-07	(2.47e-07)	.0306829***	(.011603)
<i>AR(1)</i>	.9317377	(.0782906)	-.938007***	(.2128514)
<i>MA(1)</i>	-1.31689	(.0990629)	-.058704	(.2747288)
<i>MA(2)</i>	.5114008	(.0784961)	-.5417039**	(.2484449)
<i>Constante</i>	.0148895	(.0254368)	-452.9259**	(214.3587)
<i>Constante SIGMA</i>	.0221347	(.0014545)	981.8784	(65.53652)
Bus	.0110729	(.0224125)	-91.02094	(199.279)
<i>Observaciones</i>	97		97	
	Standard errors in parentheses			
	*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Anexo No. 30

