AUTORES

Maricarmen del Pilar Lugo Díaz

TÍTULO

Estrategias fiscales para la reducción de emisiones de CO2 en la industria automotriz en México

repositorio.lasalle.mx/handle/lasalle/

Vol. 6 No. 2, 2024, ago- dic, pp. 32-47

Revista Internacional de Salarios Dignos

ISSN	DOI
ISSN	Handle repositorio.lasalle.mx/handle/lasalle/

ENLACES

repositorio.lasalle.mx/handle/lasalle/

ORCID:

Licencia de Atribución Creative Commons 4.0

CC BY 4.0

Este documento se puede descargar y compartir con otras personas, siempre que se reconozca su autoría.

Repositorio Institucional
REIMS

Universidad La Salle México

RISAD
REVISTA INTERNACIONAL
DE SALARIOS DIGNOS

Estrategias fiscales para la reducción de emisiones de CO2 en la industria automotriz en México

Tax strategies for reducing CO2 emissions in the automotive industry in Mexico

Maricarmen del Pilar Lugo Díaz[1]

Recepción: 27/08/2024

Aceptación: 10/11/2024

Resumen

La industria manufacturera, especialmente la automotriz, desempeña un papel fundamental en México, pero también genera un impacto significativo en el medio ambiente debido a sus altas emisiones de dióxido de carbono. Se analiza cómo la industria automotriz contribuye al crecimiento económico del país, al tiempo que enfrenta desafíos ambientales críticos. La metodología utilizada incluye un modelo econométrico que evalúa las externalidades negativas de la producción automotriz y propone un marco para calcular impuestos que incentiven prácticas más sostenibles. Los resultados indican que, a pesar de la importancia de la industria automotriz, solo el 0.09% de los vehículos vendidos en 2021 eran eléctricos, lo que resalta la necesidad urgente de políticas públicas efectivas. El Pacto de Glasgow establece objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de carbono, con el compromiso de que al menos el 50% de los vehículos vendidos en México sean cero emisiones para 2030. Sin embargo, alcanzar este objetivo requiere una inversión significativa en infraestructura y un cambio en las políticas fiscales. Se propone aplicar un impuesto pigouviano sobre las emisiones de CO2 generadas por la industria automotriz para internalizar estas externalidades y fomentar la adopción de tecnologías limpias. A través del análisis econométrico, se busca determinar el impuesto óptimo que permita mitigar el impacto negativo de la producción automotriz en otras empresas y en el medio ambiente. Se destaca la necesidad de implementar políticas efectivas que alineen los intereses económicos con los compromisos ambientales internacionales, garantizando así un desarrollo sostenible en México.

Abstract

The manufacturing industry, especially the automotive industry, plays a key role in Mexico, but also has a significant impact on the environment due to its high carbon dioxide emissions. We analyze how the automotive industry contributes to the country's economic growth while facing critical environmental challenges. The methodology used includes an

[1] Estudiante del séptimo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Económica y Financiera, Universidad La Salle Ciudad de México, maricarmenlugo@lasallistas.org.mx

econometric model that evaluates the negative externalities of automotive production and proposes a framework for calculating taxes to incentivize more sustainable practices. The results indicate that, despite the importance of the automotive industry, only 0.09% of vehicles sold in 2021 were electric, highlighting the urgent need for effective public policies. The Glasgow Pact sets ambitious targets to reduce carbon emissions, with a commitment that at least 50% of vehicles sold in Mexico will be zero-emission by 2030. However, achieving this goal requires significant investment in infrastructure and a change in fiscal policies. A Pigouvian tax on CO2 emissions generated by the automotive industry is proposed to internalize these externalities and encourage the adoption of clean technologies. Through econometric analysis, we seek to determine the optimal tax to mitigate the negative impact of automotive production on other companies and the environment. It highlights the need to implement effective policies that align economic interests with international environmental commitments, thus guaranteeing sustainable development in Mexico.

Palabras Clave

Industria automotriz, emisiones de dióxido de carbono, política gubernamental.

Key Words

Automotive industry, carbon dioxide emissions, government policy.

Clasificación JEL: E24, J01, J02, J41.

Introducción

La industria manufacturera desempeña un papel fundamental en el estilo de vida actual de las sociedades, pues representa una considerable proporción de los bienes de consumo y utilidad diaria. No obstante, esta industria ha estado activa durante gran parte de la historia de la humanidad, y a medida que ha mejorado sus procesos en busca de una mayor producción, también ha llevado a la utilización de más recursos y métodos poco amigables con el medio ambiente, sin considerar la sostenibilidad.

La industria automotriz tiene una importancia significativa para México, dado que cuenta con varios estados en los que empresas transnacionales han establecido sus plantas de producción. Esto ha contribuido al incremento de la población ocupada y del Producto Interno Bruto del país. Sin embargo, actualmente la fabricación de estos vehículos continúa realizándose bajo los estándares más bajos en cuanto al cuidado de las emisiones de dióxido de carbono, con tan solo un 0.09% de los automóviles vendidos siendo eléctricos, según los reportes de los primeros meses de 2021 (Mendoza, 2022).

El Pacto de Glasgow, establecido durante la cumbre COP26, reúne a más de treinta países, importantes fabricantes de automóviles y regiones comprometidas a eliminar gradualmente los vehículos de gasolina y diésel, con el objetivo de que para 2035 en mercados clave y

2040 en el resto del mundo, los vehículos de cero emisiones sean la norma. Este pacto busca garantizar que estos vehículos sean accesibles, asequibles y sostenibles para 2030.

En este contexto, México se ha comprometido a ser parte de esta transición hacia la movilidad sostenible. Durante la COP26, el país se unió a otros 30 países en el esfuerzo por hacer que los vehículos de cero emisiones sean una realidad común. México ha anunciado un incremento en su compromiso de reducción de emisiones del 22% al 35% para 2030, lo que incluye acciones específicas como el cierre de plantas de carbón y la promoción del transporte de bajo carbono.

Para cumplir con estas metas, se estima que al menos el 50% de los vehículos vendidos en el país deben ser cero emisiones para 2030, lo que requeriría vender alrededor de 600,000 vehículos eléctricos anualmente. Sin embargo, este objetivo enfrenta desafíos significativos debido a la necesidad de políticas públicas efectivas que fomenten la inversión y la infraestructura necesaria para soportar esta transición.

En resonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las metas con las que se alinea este trabajo son:

Objetivo 9 Industria, innovación e infraestructura: Promover una industrialización inclusiva y sostenible. Objetivo 12 Producción y consumo responsables: Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes.

El artículo sigue una estructura metódica y coherente que permite abordar de manera integral la problemática de la contaminación en la industria automotriz en México.

Comienza con una introducción que establece el contexto global y nacional sobre el crecimiento urbano y sus consecuencias, como la contaminación del aire. A continuación, se presenta una revisión de literatura que detalla las fuentes de contaminación, las políticas necesarias para regular las emisiones y el papel crucial de la industria automotriz en este escenario. La metodología se centra en un modelo econométrico que evalúa las externalidades negativas de la producción automotriz y propone un marco para calcular impuestos que incentiven prácticas más sostenibles.

En la sección de análisis y resultados, se presentan hallazgos sobre la producción actual de automóviles y recomendaciones para políticas públicas que fomenten la transición hacia vehículos eléctricos. Finalmente, el artículo concluye con una síntesis que destaca la necesidad de implementar políticas efectivas para cumplir con los compromisos ambientales internacionales, asegurando que las empresas contribuyan positivamente al medio ambiente sin cargar injustamente a quienes sufren las consecuencias de la contaminación.

Revisión de literatura

Se proyecta que para el año 2050, un 70% de la población global residirá en áreas urbanas. En México, desde 2010, el 77.8% de los habitantes ya vive en localidades urbanas; además, esto ha dado lugar a diversas problemáticas interrelacionadas, tales como: congestión vehicular, contaminación atmosférica, seguridad energética., efectos del cambio climático, sobrepoblación, aumento en la demanda de servicios básicos y centralización, entre otros aspectos de acuerdo con el Consejo Coordinador Empresarial (Sandoval Garcia, 2019)

Como menciona Sandoval Garcia (2019), en relación con la contaminación ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México, los automóviles son una de las principales fuentes de contaminación; es decir, su uso diario contribuye significativamente a este problema. Diariamente, estos vehículos consumen 4.5 millones de litros de diésel, 18 millones de litros de gasolina y 700,000 litros de gas licuado de petróleo. Un 52% de los automóviles que utilizan gasolina son modelos anteriores a 1990, los cuales son responsables del 68% de las emisiones contaminantes debido a la combustión de gasolina, principalmente porque carecen de la tecnología adecuada para mitigar las emisiones, como los convertidores catalíticos.

El sector de la industria automotriz compuesto tanto por la industria terminal como por la industria de autopartes sin lugar a dudas tiene un papel relevante dentro de la economía nacional actual. (Vicencio, 2007)

Desde el punto de vista de Ruíz (2023), para sectores industriales que generan directa o indirectamente Gases de Efecto Invernadero (GEI), debe haber una política de regulación más estricta con compromisos de corto, mediano y largo plazos, que implique estímulos y sanciones de tipo fiscal para que los empresarios de estos sectores se vean obligados a realizar los cambios tecnológicos requeridos en un plazo razonable. Una rama importante en este caso es la industria automotriz, que directamente no genera alto nivel de emisiones, pero sí el transporte que fabrica, el cual produce una gran emisión de GEl en otros sectores y en los consumidores, de modo que requiere mayor regulación y estímulos a fin de que modifique ya no su tecnología sino el producto mismo que se fabrica.

Es un gran cambio que no puede ocurrir de la noche a la mañana, pero es necesario que haya un programa orientado en esa dirección. En general, el Estado debe utilizar los instrumentos de política industrial que tiene a la mano con una orientación de desarrollo sustentable. Estos instrumentos de política son básicamente tres: la política monetaria referida al crédito, la política comercial referida a importaciones y exportaciones, y la política fiscal, tanto en gasto público (subsidios) como en ingresos (impuestos). La clave del éxito de estas políticas es la coordinación entre las tres.

Factores como mano de obra calificada, salarios bajos y reducidos costos de producción constituyen el motivo por el cual las empresas automotrices han optado por traer parte de sus cadenas de producción a territorio mexicano; por ello, la IED destinada a esta industria

representa más de un tercio del total de inversiones. (Garcia-Remigio, 2020).
El T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá) es fundamental para la industria automotriz mexicana menciona The Logistics World, ya que establece reglas de origen más estrictas que su predecesor, el TLCAN. Este tratado ha facilitado el acceso a mercados internacionales, eliminando barreras arancelarias y permitiendo a México aumentar su participación como uno de los principales exportadores de vehículos. Además, ha creado un ambiente favorable para la inversión extranjera directa, impulsando la modernización de instalaciones y el desarrollo de nuevas plantas, lo que genera empleo y contribuye al crecimiento económico del país.
A su vez, el T-MEC impone responsabilidades ambientales significativas al establecer estándares laborales y ambientales más sólidos. Uno de sus objetivos es fomentar prácticas más sostenibles en la industria automotriz, lo que implica que las empresas deben adoptar tecnologías limpias y reducir su huella de carbono. Aunque esto representa un desafío debido a las inversiones necesarias, también ofrece oportunidades para liderar en innovación ambiental. La capacidad de México para adaptarse a estos cambios no solo determinará su competitividad en el mercado global, sino que también reflejará su compromiso con la sostenibilidad y la reducción de emisiones de CO2 en el sector automotriz.

Bruckmann comenta que otro ámbito primordial es el sector transporte, que representa el 25% de la emisión de gases de efecto invernadero en Europa. La meta de reducción del 90 % de las emisiones de carbono en este sector hasta el 2050 implica necesariamente una sistemática y creciente sustitución de los vehículos convencionales; sin embargo, esto presenta desafíos significativos, que utilizan diferentes fuentes de energía fósil, por vehículos híbridos eléctricos (VHE) y vehículos eléctricos (VE). Uno de los objetivos trazados establece que en el 2025 circulen en la UE por lo menos 13 millones de VE y se disponga de un millón de estaciones públicas de recarga.
Determinar el porcentaje de impuestos o incentivos a la industria manufactura automotriz que deberían establecer las políticas gubernamentales para cumplir con las características acordadas en el Pacto Climático de Glasgow (soft law), a fin de alcanzar la meta de que en 2040 todos los vehículos vendidos en el mundo cumplan con dichas especificaciones, según lo establecido en la reunión ministerial para la Transición a Vehículos Cero Emisiones en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26).
Dada la situación actual de la producción en la industria automotriz postpandemia, este estudio analizará la producción total de automóviles, no limitándose únicamente a los vehículos eléctricos. Esto se debe a que la industria automotriz en México aún no ha recuperado los niveles de producción previos a la pandemia de SARS-CoV-2; por lo tanto, es crucial implementar incentivos. Por lo tanto, se considerará el total de automóviles producidos, con la expectativa de implementar incentivos que faciliten la transición de

vehículos de combustión interna a eléctricos, al mismo tiempo que se incrementa la producción total. En otras palabras, se anticipa un aumento en la producción general, transformando gradualmente la oferta hacia vehículos eléctricos.

Para lograr este objetivo, se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Analizar los niveles actuales de producción de automóviles en México.
2. Evaluar la necesidad de aplicar impuestos o incentivos gubernamentales para cumplir con la meta establecida en el Pacto Climático de Glasgow.
3. Proponer recomendaciones de política pública para fomentar la producción de automóviles que cumplan con las características del Pacto Climático de Glasgow.

Encontrar una solución viable para que México pueda cumplir con los compromisos adquiridos en el Pacto Climático de Glasgow, a través del establecimiento de políticas gubernamentales efectivas que incentiven la producción de vehículos más ecológicos y sostenibles.

Metodología

Se propone aplicar un modelo de externalidades, donde una externalidad se define como aquello que ocurre cada vez que las actividades de un agente económico afectan las actividades de otro de manera que no se reflejan en las transacciones de mercado (Nicholson y Synder, 2008).

En principio, se tiene una empresa x que produce X cantidad de producto de acuerdo con la siguiente expresión:

$$X = Al_x^{\beta} \qquad (1)$$

Donde el factor A representa el nivel de tecnología con la que se opera y l_x el nivel de trabajadores utilizados para producir X unidades por la empresa x. El nivel de tecnología impulsa el progreso económico al aumentar la productividad de los factores de producción (Barro y Sala-i-Martin, 2009) y en algunos casos, el valor de A se establece en 1 para simplificar los modelos, lo que implica que cualquier mejora tecnológica se traduce directamente en un aumento proporcional del producto total. Por su parte, β representa la sensibilidad o el impacto que tiene un aumento en el nivel de trabajadores en la producción del bien X.

La producción del bien X tiene un impacto significativo sobre la producción del bien Y, de acuerdo con:

$$Y = \begin{cases} Bl_Y^{\alpha}(X - X_0)^{\alpha} & si\ X > X_0 \\ Bl_Y^{\alpha} & si\ X \leq X_0 \end{cases} \qquad (2)$$

Donde X_0 representa un umbral para la producción de X, que si se rebasa causa una externalidad negativa; l_Y representa la cantidad de trabajadores necesarios para fabricar dicho bien y el valor α representa la externalidad causada por la producción X sobre la

producción Y. En particular, si $\alpha = 0$ entonces la producción de la empresa x no tiene efecto en la producción del bien Y, pero si $\alpha < 0$, un incremento en la producción de x arriba del umbral x_0 causará dicha externalidad en la producción de Y.

De esta forma y con el objetivo de disminuir el nivel de impacto de la externalidad de la empresa x, el gobierno aplica un impuesto t, llamado pigouviano (Synder y Nicholson, 2008), el cual bajo condiciones de equilibrio cumple con:

$$(p - tp)\frac{\partial X}{\partial l_X} = w \qquad (3)$$

La expresión (3) intuitivamente muestra que la productividad marginal de un nuevo trabajador, una vez deducido el impuesto, es igual al salario que se le paga a dicho trabajador. En este caso, p es el precio del producto X en el mercado de bienes y w es el salario de equilibrio en el mercado laboral.

La metodología de externalidades propuesta por el profesor Nicholson en su libro es relevante para analizar y diseñar estrategias fiscales dirigidas a la industria automotriz en México. Esta metodología permite entender cómo las actividades económicas pueden generar efectos colaterales no reflejados en los precios de mercado, lo que es particularmente pertinente en el contexto de la industria automotriz, que tiene un impacto significativo en el medio ambiente y en la economía.

Las externalidades son costos o beneficios que afectan a terceros y que no se reflejan en los precios de mercado. En el caso de la industria automotriz, las emisiones de CO2 y otros contaminantes son externalidades negativas que resultan de la producción y uso de vehículos. La metodología de Nicholson permite cuantificar estas externalidades y sugiere que para lograr una asignación eficiente de recursos, es necesario internalizarlas a través de impuestos o incentivos fiscales. Utilizando la metodología de externalidades, se puede proponer un sistema fiscal que imponga impuestos sobre las emisiones de CO2 generadas por la industria automotriz. Esto incentivaría a las empresas a adoptar tecnologías más limpias y a reducir su huella ambiental. Al establecer un precio para las emisiones, se busca alinear los intereses privados con el bienestar social, promoviendo así una producción más sostenible

Metodología Econométrica

El objetivo principal del artículo, es determinar el impuesto optimo a la industria automotriz para mitigar la reducción de la externalidad negativa causada a otras empresas. Para ello, estimaremos la expresión (1) y luego aplicaremos la expresión (3). Y para estimar la expresión (1), además de la información, se necesitan conceptos básicos de econometría.

De esta forma, un análisis econométrico relaciona la importancia de las variables independientes sobre la dependiente. Tal relación debe cumplir dos condiciones: i) la parte

intuitiva que refleja el análisis teórico esperado y, ii) la significancia estadística que muestra el error de explicación mínimo cometido de las variables independientes sobre la dependiente.

Para capturar las condiciones (i) y (ii), nos apoyamos en la siguiente expresión lineal,

$$Y_i = a_0 + a_1X_{1i} + a_2X_{2i} + \cdots + a_kX_{ki} + U_i \quad (4)$$

donde, Y_i representa la variable dependiente o explicada y $X_1, X_2, \ldots, X_k$ las k posibles variables independientes. Los coeficientes a_j representan los efectos por los cambios de las variables independientes sobre la dependiente, expresados como $\frac{\partial Y_i}{\partial X_{ji}} = a_j$, para $j = 1, 2, \ldots, k$. Por su parte, U_i representa variables no controlables y aleatorias, denominadas perturbaciones, ejemplos clásicos de estas perturbaciones son, una crisis, una guerra, una pandemia, entre otros. La expresión (4), que considera los efectos de las variables independientes sobre la dependiente, aunado al factor perturbación, representa un modelo econométrico.

Para encontrar los valores de los coeficientes a_j $(j = 1, 2, \ldots, k)$ se utilizan mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que estiman el comportamiento promedio de Y_i dadas las observaciones $X_1, X_2, \ldots, X_k$, esto es,

$$\widehat{Y_i} = E(Y_i|X_1, X_2, \ldots, X_k,) = \widehat{a_0} + \widehat{a_1}X_{1i} + \widehat{a_2}X_{2i} + \cdots + \widehat{a_k}X_{ki}$$

Y para verificar si las variables $X_1, X_2, \ldots, X_k$, son significativas individualmente sobre Y_i, se plantea la siguiente prueba de hipótesis (PH),

$$H_0: a_j = 0 \quad \text{vs} \quad H_a: a_j \neq 0, \text{ para } j = 1,2, \ldots, k \quad (5)$$

Finalmente, para verificar la veracidad o no de la PH se utilizan los valores p (probabilidad de error). Un $p_{value} < 0.05$ muestra que la variable X es estadísticamente significativa para explicar el comportamiento Y_i, al menos a un 95% de confianza.

Análisis y resultados

Con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024), se tienen los siguientes datos:

X: Producción de automóviles

l_X: Personal ocupado en la industria manufacturera de automóviles

tp: Porcentaje del precio que será el impuesto o incentivo gubernamental

w: Salario promedio pagado al trabajador en la industria automotriz.

Para estimar la expresión (1), primero la linealizamos,

$lnX_t = lnA + \beta lnl_X + U_t$ (6)

$lnY_t = lnB + alnl_Y + U_t$ (7)

Dado que el objetivo de este estudio es centrarse específicamente en la industria que afecta a otros agentes económicos, se opta por utilizar únicamente la ecuación correspondiente a la empresa X, lo que permite una evaluación más directa y precisa de las externalidades en cuestión. De esta forma, a partir de la información obtenida y generada, la estimación de (6) es,

$$\widehat{lnX_t} = 0.7375\ lnl_X \qquad (8)$$

p_{value} (0.0000)

Note en la estimación (8) que no consideramos la constante A , que podríamos sin pérdida de generalidad igual a 1. A partir de (8) podemos recuperar la estimación de la expresión original (1), la cual queda como,

$\hat{X} = l_X^{0.7375}$ (9)

A partir de la expresión (9) podemos conocer el número de trabajadores requerido para cumplir un nivel de producción permitido, llamado umbral X_0. En nuestro análisis, asignamos el número máximo de producción de automóviles en la industria automotriz en México, que es de 91,716 (INEGI, 2024). De esta forma,

$\hat{X} = l_X^{0.7375} = X_0 = 91716$ (9)

Lo que fija un nivel óptimo de 5,354,749 trabajadores. Dicho número de trabajadores debe cumplir con la expresión (3): $(p - tp)\frac{\partial X}{\partial l_X} = w$,

Los valores para que se cumpla la relación de equilibrio se dedujeron de la siguiente forma:

w: los salarios fueron construidos con el precio promedio por hora de un trabajador en la industria automotriz, el cual es de $58.50. Considerando un promedio de 7.5 horas diarias trabajadas, se obtiene un total de $438.75 pesos diarios, que 1.78 veces más que el salario mínimo general establecido para 2024. Considerando que el promedio de días trabajados al mes en México es de 21 días, se obtiene un salario promedio de la industria de $9,213.75 pesos mensuales, que anualmente se traduce a $110,565.00 pesos mexicanos. Esto es, w=110565, pesos.

Como segundo paso, se obtuvo $\frac{\partial X}{\partial l_X} = 0.7375 l_X^{-0.2625}$ y se sustituyó el número de trabajadores optimo que cumplía con el umbral $X_0 = 91716$, esto es, $l_X = 5354749$.

Por último, para esta expresión se considera un precio promedio de los automóviles de $400,000 pesos mexicanos, esto es, $p = 400000$.

Para poder visualizar este resultado se realizó una tabla (Tabla 1) en la que se agregan los cálculos y el avance buscado por el país en producción de automóviles eléctricos.

Tabla 1. Producción de automóviles con impuesto o subsidio aplicable

AÑOS RESTANTES *	AÑO	PORCENTAJE DE AUTOS ELÉCTRICOS PRODUCIDOS	AUTOS ELÉCTRICOS PRODUCIDOS	IMPUESTO O SUBSIDIO
1	2025	6.25%	5,732	-7.16%
4	2028	25%	22,929	-12.36%
8	2032	50%	45,858	-16.10%
12	2036	75%	68,787	-18.75%
16	2040	100%	91,716	-20.88%

AÑOS RESTANTES A PARTIR DE 2024 PARA PODER CUMPLIR EL OBJETIVO DEL PACTO CLIMÁTICO DE GLASGOW

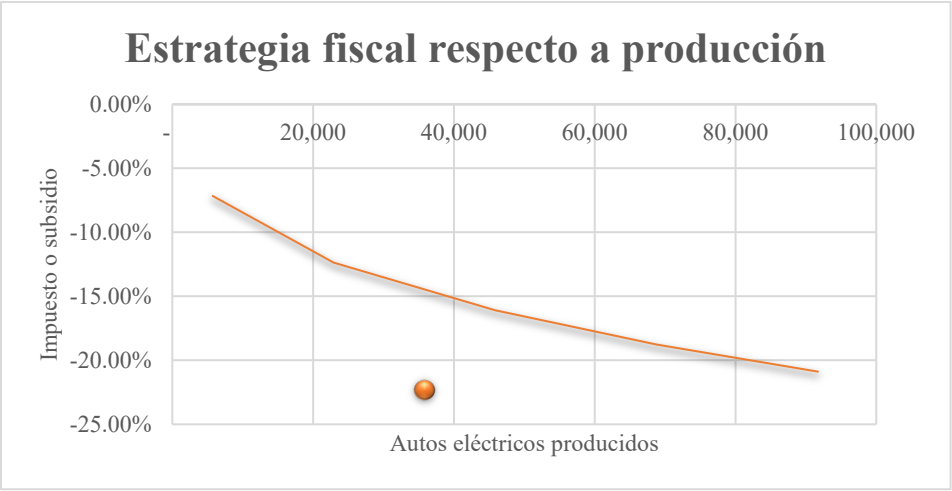
La columna 1 de la tabla 1 muestra el avance en años para cumplir el objetivo firmado por México en el Pacto Climático de Glasgow. La columna 2 representa el porcentaje de acuerdo con los años que aún se tienen para cumplir el objetivo en plazos de 4 años. La columna 3 muestra la cantidad de autos a producir, considerando como producción máxima posible el valor máximo registrado en los años considerados en la base de datos. En la columna 3, se observa el impuesto o subsidio que el gobierno debe aplicar para alcanzar ese umbral.

Tabla 2. Ganancia promedio por producción y estrategia fiscal en términos monetarios

GANANCIAS PROMEDIO DE LA INDUSTRIA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	ESTRATEGIA FISCAL	ESTRATEGIA FISCAL EN TÉRMINOS MONETARIOS
$ 2,292,900,000.00	-7.16%	$ (164,091,713.98)
$ 9,171,600,000.00	-12.36%	$ (1,133,583,457.63)
$ 18,343,200,000.00	-16.10%	$ (2,952,874,561.02)
$ 27,514,800,000.00	-18.75%	$ (5,159,686,398.06)
$ 36,686,400,000.00	-20.88%	$ (7,660,903,239.64)

En la Tabla 2 se presenta la cantidad promedio de ganancias que se obtendrían por la fabricación de automóviles eléctricos, así como la estrategia fiscal necesaria en términos monetarios para materializar el objetivo de producción. Esto permite cuantificar la participación fiscal de manera clara y comprensible. Además, se incluye la Gráfica 1, que proporciona una representación visual de estos datos, facilitando así su interpretación y análisis.

Gráfica 1. Relación entre la estrategia fiscal de acuerdo con la cantidad de autos producidos



Estos resultados demuestran cómo las políticas gubernamentales pueden servir de apoyo para que México cumpla el objetivo establecido, de manera que se brinde un respaldo efectivo a la industria manufacturera en su sector automotriz.

Discusión

Nuestro trabajo muestra un trade-off entre mantener un empleo sano y contener cierta producción en la industria automotriz. Lo anterior por el hecho de mitigar externalidades derivadas de la contaminación y el exceso de la industria automotriz. Dicha relación entre empleo e impuestos, se pueden observar en Andrade (2024), el autor muestra que la producción excesiva de tabaco implica una externalidad negativa en los consumidores que su traduce en ocasiones en la muerte. No obstante, parar su producción implica un recorte de personal, lo cual también generaría una “pena” y disgusto en la sociedad. Parte de los resultados de Andrade, es que realmente, hay más daño por recorte de personal que un exceso de producción, lo que deriva del análisis, que es mejor subsidiar la producción que mitigarla a través de un impuesto.

Por otro lado, acuerdo con Ruíz (2023), para sectores industriales que generan Gases de Efecto Invernadero (GEI), es fundamental implementar políticas de regulación más estrictas que incluyan estímulos fiscales, lo cual puede obligar a los empresarios a realizar cambios tecnológicos necesarios en un plazo razonable. Esto resalta la necesidad de equilibrar la producción y el empleo, considerando que la transición hacia una industria más sostenible no debe comprometer el bienestar laboral.

Es sabido que el motor de combustión interna que utiliza gasolina fue el que consolidó la dominancia del petróleo y que este commoditie tiene una fuerte importancia en el mercado asi como intereses de aquellos con poder. Aunque los primeros fabricantes de automóviles experimentaron con motores de vapor y eléctricos, fue con la presentación del modelo A por

parte de Henry Ford en 1903 que el motor de gasolina demostró su superioridad en potencia y autonomía. Con la introducción de los automóviles, el petróleo estableció un verdadero monopolio en el sector (Amórtegui, 2022).

De igual forma, la innovación ha sido ampliamente reconocida como una fuente clave de ventaja competitiva tanto para empresas como para países, especialmente en aquellos que lideran la industrialización y en aquellos que están comenzando a buscar competitividad en un entorno globalizado. Este fenómeno se debe a que la capacidad de innovar permite a las organizaciones adaptarse y prosperar en un mercado en constante cambio, donde la diferenciación se vuelve esencial para el éxito. Las empresas que implementan estrategias de innovación, ya sean incrementales o disruptivas, pueden mejorar sus procesos, productos y servicios, lo que les otorga una posición privilegiada frente a sus competidores (Unger, 2011)

Además, según Bruckmann (2022), las metas ambiciosas para reducir las emisiones de carbono en el sector transporte requieren una sustitución sistemática de vehículos convencionales por eléctricos. Este cambio no solo depende de la voluntad del mercado, sino también de incentivos fiscales adecuados que faciliten esta transición. Así, se evidencia que la implementación de políticas fiscales efectivas puede ser crucial para lograr un equilibrio entre la producción sostenible y la generación de empleo en la industria automotriz.

Es importante considerar que el costo de adquisición de un vehículo eléctrico es significativamente más alto en comparación con el de combustión interna, por lo que menciona Sanz Arnaiz (2015) que ha llevado a muchos consumidores a no optar por él al momento de comprar. Sin embargo, este no es el único aspecto que influye en la decisión de compra. La mayoría de los potenciales compradores no cuentan con la información sobre las ventajas que ofrecen los vehículos eléctricos.

Una forma de facilitar su entrada al mercado es mediante incentivos proporcionados por entidades públicas. En Francia, por ejemplo, empresas como Electricité de France, SNCF, Air France y La Poste se han comprometido a adquirir una flota de 50,000 vehículos eléctricos. En España, las bonificaciones para la compra del híbrido Toyota Prius resultaron en que muchas compañías de taxis adquirieran un gran número de unidades. Estas políticas de promoción serán analizadas más adelante. (Sanz Arnaiz, 2015)

Finalmente, como señala Andrade (2024), el análisis sobre los efectos negativos de la producción excesiva en industrias como la del tabaco muestra que los recortes de personal pueden generar más daño social que los efectos adversos de una alta producción. Esto sugiere que, en el contexto automotriz, subsidiar la producción y fomentar prácticas sostenibles podría ser más beneficioso que imponer impuestos restrictivos, permitiendo así una evolución hacia modelos más ecológicos sin sacrificar empleos. Estos párrafos integran

citas sutiles y refuerzan los temas discutidos en tu investigación sobre las estrategias fiscales y su impacto en la industria automotriz.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se ha determinado el porcentaje de impuestos o incentivos que debería establecerse para la industria manufacturera automotriz. Los hallazgos indican que este porcentaje es negativo, lo que sugiere la necesidad de aplicar un incentivo acorde con el nivel deseado. Es importante destacar que la industria automotriz en México aún no ha alcanzado los niveles de producción previos a la pandemia de SARS-CoV-2, lo que podría justificar la implementación de un incentivo significativo para cumplir con los objetivos establecidos.

La demanda y oferta de vehículos eléctricos han experimentado un notable crecimiento a nivel global. Según García-Espona (2023), se vendieron 14.1 millones de vehículos eléctricos (VE), incluyendo BEV, HEV y PHEV, lo que representa un incremento del 35%. Se anticipa que en 2024 este número aumentará en aproximadamente un 25%. Este crecimiento indica que el mercado de vehículos eléctricos está alcanzando una fase de maduración, habiendo evolucionado considerablemente desde 2018, cuando las ventas eran significativamente más bajas.

Amórtegui (2022) señala que tanto la industria petrolera como la automotriz comparten características como ser intensivas en capital, incorporar tecnología de manera continua y presentar una estructura de mercado oligopólica. En particular, la industria automotriz se distingue por su producción en masa, lo que permite obtener beneficios en costos gracias a las economías de escala. A pesar de su naturaleza global, donde la fabricación y ensamblaje pueden realizarse en diversos países, se observa una creciente concentración de la producción en China, que ha aumentado su participación en el mercado en las últimas décadas.

México, al igual que muchos otros países, enfrenta dificultades para establecer un sistema nacional de innovación efectivo. En primer lugar, no existe una comprensión clara de lo que implica un sistema de innovación; los actores tienden a actuar según sus intereses individuales, lo cual se ve agravado por la falta de directrices que orienten hacia un objetivo colectivo. Aquellos más cercanos al mercado suelen encontrar mayores incentivos en evitar la competencia en mercados saturados y evitan involucrarse en actividades que requieren un alto ritmo de innovación (Unger, 2011).

Se sugiere aplicar esta metodología a cada estado con mayor presencia de industrias manufactureras automotrices para establecer umbrales acordes con la producción local. Además, es vital considerar el costo de la infraestructura necesaria en México para disfrutar de los beneficios de los automóviles con menores emisiones de dióxido de carbono.

Actualmente, no se cuenta con la infraestructura adecuada para considerar a los vehículos eléctricos como una opción cómoda y viable. Es fundamental explorar modelos o propuestas que permitan a las empresas más contaminantes generar un impacto positivo en el medio ambiente, alineándose con los compromisos internacionales que México ha suscrito. Sin embargo, es crucial señalar que este objetivo no debe implicar que los impuestos pagados por aquellos afectados por la contaminación industrial se utilicen para subsidiar a estas empresas en su transición hacia prácticas más sostenibles, ya que esto sería injusto.

Para futuras investigaciones, se propone analizar el fenómeno del nearshoring, cada vez más atractivo para México debido a su proximidad geográfica con Estados Unidos. Este fenómeno es relevante y plantea la necesidad de discutir la conveniencia de limitar la entrada de empresas extranjeras que no cuenten con un plan de producción sostenible. Asimismo, es fundamental establecer requisitos equivalentes a los impuestos impuestos a las fábricas mexicanas. Existen empresas provenientes de países que no se han comprometido con el Pacto Climático de Glasgow y podrían buscar ingresar al país aprovechando su cercanía sin cumplir con los estándares ambientales necesarios. Esta discusión es esencial para garantizar un desarrollo industrial sostenible en México.

Literatura

Amórtegui Rodríguez, Luis Renato. (2022). La transición al carro eléctrico: una competencia por el control mundial de la industria automotriz. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, *17*(2), 13-33. Epub December 31, 2022.https://doi.org/10.18359/ries.5501

Andrade Rosas, Luis Antonio. (2024). Impacto de los impuestos al consumo del tabaco sobre el mercado laboral: un análisis de externalidades para México. *Economía y Desarrollo*, *168*(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842024000200012&lng=es&tlng=es.

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2009). C*recimiento económico* (2ª). Reverté.

Bruckmann, M. (2022). El pacto verde europeo y las perspectivas de América Latina. In F. Estenssoro & J. P. V. Bustamante (Eds.), *La geopolítica ambiental de Estados Unidos y sus aliados del norte global: implicancias para América Latina* (pp. 319–350). CLACSO. https://doi.org/10.2307/j.ctv2v88ff9.14

Covarrubias, A. (2022, septiembre 7). Salarios en la industria automotriz, ¿dónde estamos parados? *El Economista*. https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/Salarios-en-la-industria-automotriz-donde-estamos-parados-20220906-0103.html

García-Espona García, G. (2024). La transición al vehículo eléctrico: Evolución y problemas. *Boletín Económico De ICE*, (3172). https://doi.org/10.32796/bice.2024.3172.7813

García, R. M. (2021). Trabajo realmente existente en américa latina y la pandemia de covid-19: el caso de las maquiladoras en méxico. In A. López, G. Roffinelli, & L. Castiglioni

(Eds.), *Crisis capitalista mundial en tiempos de pandemia* (pp. 317–330). CLACSO. https://doi.org/10.2307/j.ctv2v88btj.21

Hernández, L. (2022, junio 24). ¿Cuánto y por qué han subido de precio los autos nuevos en México en los últimos seis años? *Diario AS México*. https://mexico.as.com/motor/cuanto-y-por-que-han-subido-de-precio-los-autos-nuevos-en-mexico-en-los-ultimos-seis-anos-n/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (n.d.). *Sistemas de Consulta*. https://www.inegi.org.mx/siscon/

Los beneficios del T-MEC en la industria automotriz: oportunidades y desafíos para México. (2023, June 30). THE LOGISTICS WORLD. https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/los-beneficios-del-t-mec-en-la-industria-automotriz-oportunidades-y-desafios-para-mexico/

Maricarmen, L. (2024, Julio 4). *Desarrollo CLIDI*. Sharepoint.com. https://lasallistasorg-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/maricarmenlugo_lasallistas_org_mx/ES1DeZ82SFlKjqV7zKfEI8EBsoBMqX_MP4Ns4szS0jzLaA?e=Ubd35Y

Mendoza, O. (2022, marzo 8). *Vista de la contaminación vehicular en México y la transición a vehículos emisiones cero*. Unam.mx. https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/article/view/16746/17321

México anuncia el incremento de sus compromisos climáticos en la COP 27. (2022, Noviembre 18). IMCO; Instituto mexicano para la competitividad. https://imco.org.mx/mexico-anuncia-el-incremento-de-sus-compromisos-climaticos-en-la-cop-27/

México en COP27: Aumenta su compromiso de reducción de emisiones. (2022, November 30). *Enlight.mx*. https://www.enlight.mx/blog/mexico-en-cop27-aumenta-su-compromiso-de-reduccion-de-emisiones-para-2030

Napóles, P. R., León, J. C., & Reyes, E. M. (2023). Emisión de gases de efecto invernadero en la economía mexicana y políticas de mitigación, 2020-2030 / Greenhouse gas emissions in the Mexican economy and mitigation policies, 2020-2030. *El Trimestre Económico*, *90*(358(2)), 531–551. http://www.jstor.org/stable/45476746

Nicholson, W., & Snyder, C. (2008). Externalities and Public Goods. In *Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions* (10th ed.). Thomson/South-Western.

Plantas de Ensamble, Motores y Transmisiones de empresas asociadas. (n.d.). AMIA. https://www.amia.com.mx/about/plantas_ensamble/

Restrepo Laverde, J. V. A., & Tobón Ramírez, D. A. (2017). Desarrollo de estación de carga de vehículos eléctricos. *Lámpsakos, Núm. 19*, 22–29.

Sandoval Garcia, E. R., Franco González, R. L. P. E., & Fernández Morales, J. M. (2019). Vehículos eléctricos: ¿Una solución para reducir los gases de efecto invernadero proveniente del sector transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México? *Acta universitaria*, *29*, 1–13. https://doi.org/10.15174/au.2019.1964

Sanz Arnaiz, I. (2015). *Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea*. https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/6062/retrieve

Unger, K., (2011). La política de estímulos fiscales a id en México. Alcances limitados en el contexto de innovaciónde las empresas. El Trimestre Económico, 78(309), 49-85.

Vicencio, A. La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas. Contaduría y Administración [en linea]. 2007, (221), 211-248 ISSN: 0186-1042. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39522110