

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
COAHUILA

Equilibrio Económico

Revista de Economía, Política y Sociedad

E-ISSN: 2007-3666 ISSN: 2007-2627

Vol. 22 Núm. 61
Enero-Junio, 2026

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Coahuila

Tenencia vehicular y renovación del parque automotor en México: evidencia desde un índice estructural ajustado

Vehicle Ownership Tax and Fleet Renewal in Mexico: Evidence from an Adjusted Structural Index

* PERLA ROCÍO ARELLANO SALAZAR  <https://orcid.org/0000-0002-3386-8872>
Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado de Nuevo León, México
perla.halliwell@gmail.com

Recepción
22 Julio 2025

Aceptación
07 Noviembre 2025

Palabras Clave:
Tenencia vehicular,
Renovación del parque
automotor, Índice
estructural, Política
fiscal, Movilidad
sostenible

Clasificación JEL:
H21, H71, L92, Q42.

Resumen

Este estudio propone un índice compuesto para medir la capacidad estructural de renovación vehicular en México, integrando ingreso, gasto en transporte y acceso a vehículos. Los resultados muestran que la eliminación de la tenencia vehicular se asocia con mayor potencial de modernización, mientras su permanencia desacopla el ingreso de la renovación efectiva, especialmente en zonas fronterizas. El índice ajustado identifica obstáculos fiscales y estructurales, y ofrece una herramienta útil para diseñar incentivos diferenciados. La evidencia respalda la necesidad de repensar la tenencia como política pública orientada a la sostenibilidad y eficiencia vehicular.

Received
22 July 2025

Accepted
07 November 2025

Keywords:
Vehicle taxation; Fleet
renewal; Structural
index; Fiscal policy;
Sustainable mobility

JEL Classification:
H21, H71, L92, Q42.

Abstract

This study proposes a composite index to measure the structural capacity for vehicle fleet renewal in Mexico, incorporating income, private transport spending, and vehicle access. Results show that eliminating vehicle ownership tax is associated with higher renewal potential, while its persistence decouples income from effective modernization, particularly in border regions. The adjusted index identifies fiscal and structural barriers and provides a useful tool for designing differentiated incentives. The evidence supports rethinking vehicle taxes as public policy instruments aimed at sustainability and fleet efficiency.

1. Introducción

El impuesto sobre tenencia vehicular fue instaurado en México en 1962 como un mecanismo extraordinario para financiar los Juegos Olímpicos de 1968. Aunque su carácter transitorio se diluyó con el tiempo, la reforma fiscal de 2008 modificó su naturaleza al transferir su administración a las entidades federativas, que desde 2012 tienen la facultad de conservarlo, modificarlo o eliminarlo.

A lo largo del tiempo, la tenencia ha sido cuestionada tanto por su impacto desproporcionado en los hogares de menores ingresos como por el posible efecto negativo que su eliminación podría tener en los ingresos estatales. No obstante, varias entidades optaron por suprimirla —no como resultado de una evaluación técnica o estructural, sino como una medida orientada a mejorar la aceptación ciudadana. Esta decisión, en muchos casos, se tomó sin contar con evidencia suficiente sobre sus efectos en la dinámica de renovación vehicular, un tema que ha sido poco explorado en el contexto mexicano.

Se ha planteado que eliminar la tenencia reduce el costo de mantener vehículos registrados formalmente, lo que podría incentivar la adquisición de unidades nuevas y acelerar los ciclos de modernización. Sin embargo, su impacto como política pública efectiva para promover la renovación vehicular ha sido escasamente evaluado, particularmente en un contexto donde varios estados consideran rediseñar sus esquemas fiscales vinculados al transporte privado.

En México, la antigüedad promedio del parque vehicular varía significativamente entre entidades federativas, reflejando diferencias en la capacidad económica, acceso real al vehículo y diseño de políticas fiscales. Entre estos factores, la tenencia destaca como una posible barrera estructural, ya que su permanencia incrementa el costo total de propiedad y podría desalentar la sustitución o adquisición de unidades nuevas.

A partir de este contexto, la presente investigación se formula con la siguiente pregunta: ¿la eliminación del impuesto sobre tenencia vehicular está asociada con una mayor capacidad de renovación del parque automotor a nivel estatal? Para abordarla, se propone un enfoque cuantitativo basado en la construcción de un índice compuesto de capacidad estructural de renovación vehicular, elaborado con datos de la ENIGH 2022 (INEGI, 2023). Este índice integra variables como el ingreso promedio por hogar, el gasto efectivo en transporte privado y el acceso real a vehículos. Posteriormente, el índice es ajustado mediante penalizaciones por la presencia de tenencia y por la condición fronteriza, con el fin de incorporar distorsiones institucionales y geográficas que podrían limitar la interpretación comparada entre entidades.

Desde esta perspectiva, se plantean dos hipótesis:

- Hipótesis nula (H0): La presencia o ausencia del impuesto sobre tenencia vehicular no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la capacidad de renovación vehicular a nivel estatal.
- Hipótesis alternativa (H1): La eliminación del impuesto sobre tenencia vehicular está asociada con una mayor capacidad estructural de renovación del parque vehicular, medida a través del índice ajustado.

El objetivo general del estudio es estimar si la permanencia del impuesto representa una barrera efectiva para la modernización del parque vehicular en México, y ofrecer evidencia empírica útil para el diseño de políticas fiscales diferenciadas orientadas a la eficiencia energética y la sostenibilidad.

2. Marco teórico y revisión de literatura

2.1 La tenencia vehicular como instrumento fiscal

La tenencia vehicular surgió en 1962 como un impuesto federal temporal destinado a financiar los Juegos Olímpicos de 1968. Su naturaleza se transformó con la reforma fiscal aprobada en 2007 —vigente a partir de 2012— mediante la cual se abrogó su aplicación federal y se otorgó a las entidades federativas la facultad de conservarla, modificarla o eliminarla conforme a sus propios criterios fiscales y políticos (Diario Oficial de la Federación, DOF, 2007).

De acuerdo con Martínez (2007), el impuesto se originó bajo una estructura jurídica basada en principios clásicos de imposición —legalidad, capacidad de pago, certidumbre y economía—, lo cual buscaba justificar su carácter patrimonial y su potencial como fuente estable de financiamiento público. La tenencia fue concebida como un gravamen universal ligado al valor y la antigüedad del vehículo, con un diseño coherente con los objetivos fiscales que la motivaron. Esta revisión histórica provee una base institucional para comprender las tensiones posteriores sobre su legitimidad y permanencia.

La literatura reconoce una pluralidad de posturas en torno a su continuidad. Una vertiente se ha concentrado en documentar su rendimiento fiscal y su capacidad para fortalecer los ingresos subnacionales, particularmente en décadas en las que representó una de las principales fuentes propias de financiamiento estatal. Esta línea sostiene que, pese a las presiones políticas para su eliminación, la tenencia cumple una función estabilizadora al aportar ingresos relativamente predecibles y con bajo costo de administración.

Desde un enfoque institucional, el Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC, 2020) ofrece una revisión exhaustiva de los antecedentes, transformaciones y retos asociados al impuesto, destacando que la eliminación del componente federal dio lugar a una marcada heterogeneidad normativa entre entidades y debilitó los mecanismos de coordinación fiscal. En la misma dirección, Castañeda y Espinosa (2022) estiman que el impuesto aún posee un alto potencial recaudatorio —cercano a 20 mil millones de pesos anuales en al menos quince entidades— y plantean que, con un rediseño orientado a simplificar su estructura y vincularlo con objetivos ambientales, la tenencia podría contribuir a financiar sistemas de transporte más limpios y accesibles.

Otras líneas de análisis enfatizan la necesidad de fortalecer la gobernanza fiscal vinculada al impuesto. México Evalúa (2021) argumenta que los estados deberían explorar esquemas de colaboración con municipios para mejorar la actualización del padrón vehicular y el cobro del gravamen, bajo mecanismos de comisión que incentiven la cooperación local. De manera complementaria, el Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP, 2024) subraya que la efectividad del impuesto depende de contar con un registro vehicular nacional homologado, interoperable y actualizado, capaz de reducir asimetrías de información y mejorar la capacidad recaudatoria estatal.

La dimensión política también ha sido objeto de análisis. Hernández y Urzúa (2023) documentan que la supresión del gravamen no respondió a criterios técnicos ni a una evaluación integral de su desempeño, sino a decisiones coyunturales asociadas a momentos de presión electoral. Su trabajo muestra que la descentralización de la tenencia no sólo trasladó la carga administrativa a los estados, sino que generó presiones fiscales significativas en aquellos que optaron por conservarla o rediseñarla. Aunque no defienden normativamente el impuesto, evidencian que su eliminación tuvo efectos estructurales sobre las finanzas estatales, lo que ayuda a explicar su permanencia —en distintas modalidades— en un grupo de entidades.

Desde el punto de vista normativo, la tenencia mantiene una lógica patrimonial y progresiva al basarse en el valor del vehículo, lo que en principio le confiere un carácter equitativo y redistributivo. Sin embargo, que su diseño formal responda a criterios de progresividad no garantiza que su operación sea progresiva en la práctica. La marcada desigualdad en la distribución del ingreso —particularmente en municipios con bajo desarrollo económico— limita la adquisición de vehículos nuevos y frena la modernización del parque automotor. En este contexto, un impuesto concebido como progresivo puede funcionar de manera regresiva si no incorpora ajustes territoriales y consideraciones sobre la capacidad económica de los hogares (Cruz, 2018).

La literatura también ha subrayado la dimensión social del impuesto. Rodríguez y Portillo (2016) muestran que la percepción ciudadana de la tenencia como una carga injustificada, en parte heredada de su asociación histórica con un “subsidio”, influye en su legitimidad y en la disposición al cumplimiento. En una línea más reciente, García y Yepes (2024) advierten que la percepción de injusticia fiscal condiciona la aceptación del impuesto y señalan que, en caso de eliminarse, los estados tendrían que diseñar mecanismos de compensación que eviten deterioros en su posición financiera.

A pesar de su relevancia fiscal, política y social, la tenencia ha sido escasamente evaluada en términos de sus efectos estructurales sobre la renovación vehicular. La mayor parte de los estudios se ha concentrado en su impacto recaudatorio o en los determinantes políticos de su eliminación, dejando de lado su interacción con variables económicas y territoriales que condicionan la capacidad real de modernización del parque automotor. Este estudio contribuye a llenar ese vacío mediante un enfoque comparativo que articula dichas dimensiones a través de un índice estructural ajustado por entidad federativa.

2.2. Renovación vehicular y movilidad sostenible: una perspectiva estructural

La modernización del parque vehicular se ha convertido en una prioridad para países con alta antigüedad vehicular o rezagos estructurales. México no es la excepción. No obstante, los avances han sido desiguales y, en muchos casos, limitados por el ingreso disponible de los hogares, la desigualdad territorial y la debilidad de los incentivos fiscales. La literatura internacional muestra de forma consistente que la renovación vehicular responde a factores estructurales —ingreso, regulación, incentivos ambientales y diseño fiscal— más que a preferencias individuales de consumo (Berry et al., 2004; Dargay et al., 2007; Busse et al., 2013; Davis y Knittel, 2019). Esta evidencia justifica la necesidad de abordarla desde marcos comparados que integren capacidades económicas, institucionales y territoriales.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (por sus siglas en inglés, IEA, 2022), la sustitución de vehículos antiguos por unidades más eficientes contribuye a mitigar el cambio climático, mejorar la calidad del aire urbano y reducir costos operativos a largo plazo. Sin embargo, la efectividad de estas estrategias depende tanto de la capacidad económica de los hogares para acceder a tecnologías más limpias como del entorno institucional que motive dicha transición.

La literatura especializada también ha demostrado que los sistemas tributarios pueden acelerar o retrasar la renovación vehicular. Hermosín (2023) señala que los países que vinculan sus gravámenes a características tecnológicas —como emisiones, eficiencia o antigüedad— generan tasas de sustitución más dinámicas que aquellos cuyos impuestos son fijos o están desvinculados del desempeño ambiental. En India, los

impuestos al uso de carretera y los gravámenes ambientales descritos por Purohit y Purohit (2010) se aplican de forma escalonada para desincentivar vehículos antiguos o contaminantes, enviando señales fiscales claras para la sustitución tecnológica. De modo similar, Alarcón y Sac (2020) muestran que en Perú la modificación del impuesto vehicular podría incentivar la renovación del parque automotor y contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono, mientras que Kunert y Kuhfeld (2007) evidencian que, en varios países europeos, los gravámenes vehiculares pueden representar una carga significativa para la adquisición de unidades nuevas, ilustrando que un diseño fiscal inadecuado puede obstaculizar la modernización.

Este tipo de instrumentos contrasta con el esquema mexicano, donde la tenencia no incorpora criterios ambientales y, en la práctica, grava con mayor intensidad a los vehículos más nuevos. Esta característica reduce su potencial como herramienta de modernización. En México, la antigüedad promedio del parque vehicular supera los 14 años y, en diversas entidades del norte y sur del país, los rezagos son más pronunciados debido a la circulación de vehículos usados de procedencia extranjera, también conocidos como autos “chocolate” (INEGI, 2024). Este fenómeno ha dado lugar a un ecosistema vehicular heterogéneo, donde conviven unidades nuevas y altamente contaminantes en una misma red vial, debilitando los esfuerzos de política pública orientados a la sustentabilidad.

Diversos estudios advierten que, cuando los impuestos no están alineados con objetivos ambientales, pueden generar incentivos contraproducentes. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019) sugiere que la imposición de gravámenes elevados sobre los automóviles puede limitar la adquisición de unidades nuevas y, en ciertos casos, prolongar la vida útil de vehículos antiguos —generalmente más contaminantes—, retrasando la sustitución natural del parque automotor. En el caso mexicano, Lacayo (2010) analiza un programa de incentivos monetarios para la destrucción de vehículos viejos y la adquisición de automóviles nuevos. Aunque se retiró un número importante de unidades antiguas, el programa no logró revertir de forma significativa la edad promedio del parque ni generar una renovación sostenida, lo que sugiere que los incentivos temporales son insuficientes en ausencia de estructuras fiscales e institucionales estables.

En conjunto, esta evidencia internacional y regional muestra que la renovación vehicular no puede entenderse únicamente como una decisión de consumo, sino como un proceso condicionado por la estructura fiscal y por las capacidades económicas e institucionales de los territorios. Cuando los impuestos no incorporan criterios ambientales ni consideran las restricciones de ingreso de los hogares, pueden generar incentivos contradictorios —retrasando la sustitución tecnológica o profundizando

brechas territoriales— aun cuando su diseño formal sea progresivo o ambientalmente orientado.

Por ello, evaluar la modernización del parque automotor requiere un enfoque que articule variables económicas, institucionales y territoriales para identificar las condiciones reales que facilitan o limitan la transición hacia vehículos más seguros y menos contaminantes. El análisis que se presenta en este estudio responde a esa necesidad mediante la construcción de un índice estructural de capacidad de renovación vehicular, diseñado para capturar diferencias entre entidades federativas y ofrecer una aproximación comparada, replicable y consistente.

2.3. Indicadores compuestos y análisis estructural territorial

El uso de indicadores compuestos se ha consolidado como una herramienta metodológica clave para sintetizar múltiples dimensiones en el análisis de fenómenos económicos y sociales. Este enfoque permite integrar variables heterogéneas bajo una estructura común, facilitando la comparación territorial y la identificación de patrones estructurales que no son evidentes mediante indicadores aislados.

Diversas instituciones internacionales —como el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (por sus siglas en inglés, UN-Habitat, 2017)— han empleado esta metodología para construir índices de desarrollo humano, competitividad regional o vulnerabilidad territorial. En México, organismos como el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la han adoptado para medir pobreza multidimensional y rezago social, recurriendo a técnicas de normalización, estandarización y agregación ponderada de variables (CONEVAL, 2018).

Además de su uso institucional, existe una base metodológica sólida que respalda la construcción de indicadores compuestos. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2008) subraya que este tipo de herramientas requiere decisiones explícitas sobre normalización, ponderación, compensabilidad y tratamiento de la incertidumbre, ya que cada una puede modificar de manera significativa la interpretación de los resultados. En la misma línea, Saltelli et al. (2007) enfatizan que los índices deben acompañarse de análisis de sensibilidad y validación de robustez que evalúen la estabilidad de los resultados y la influencia relativa de cada componente. Estas recomendaciones han sido incorporadas en estudios regionales sobre competitividad, desigualdad y desarrollo territorial (Santos, 2017), consolidando un marco técnico ampliamente aceptado.

La literatura reciente también aporta avances metodológicos relevantes. Treviño (2024) propone un índice compuesto transversal; Öztürk et al. (2024) desarrollan un índice mediante un enfoque multiobjetivo, mientras que Horta et al. (2023) presentan

una revisión sistemática del uso de indicadores compuestos en Uruguay. Estos trabajos reflejan la versatilidad del enfoque y su pertinencia para analizar disparidades territoriales complejas.

El diseño de un índice compuesto implica seleccionar variables relevantes, transformarlas a escalas comparables, definir criterios de ponderación e incorporar ajustes que reflejen condiciones institucionales o territoriales. Este último elemento es particularmente importante en estudios de disparidad espacial, donde factores como el régimen fiscal o la ubicación geográfica pueden distorsionar la interpretación directa de los datos si no se controlan adecuadamente.

En el presente estudio se construye un índice estructural de capacidad de renovación vehicular que integra tres dimensiones clave: ingreso promedio por hogar, gasto efectivo en transporte privado y proporción de hogares con vehículo. Estas variables permiten aproximarse a la disponibilidad real de recursos para la modernización del parque vehicular, más allá de indicadores agregados como el ingreso per cápita. Adicionalmente, se incorporan dos ajustes: uno por distorsión institucional (presencia de tenencia vehicular) y otro por condición fronteriza, con el fin de capturar elementos que afectan diferencialmente la estructura del padrón automotor entre entidades federativas.

Este enfoque reconoce que los incentivos fiscales no operan de manera aislada, sino en un entramado de capacidades estructurales desiguales. Por ello, un análisis comparado que no incorpore estas diferencias corre el riesgo de sobrestimar la efectividad de ciertas políticas públicas o de atribuir resultados a variables incompletas. Al articular información económica con elementos institucionales y territoriales, el índice propuesto ofrece una herramienta diagnóstica robusta para el análisis de disparidades interestatales y para el diseño de políticas diferenciadas orientadas a la modernización vehicular.

3. Metodología de estimación

Ante la ausencia de información homogénea sobre la antigüedad del parque vehicular a nivel estatal, se diseñó un índice compuesto como aproximación indirecta a la capacidad estructural de renovación vehicular en las entidades federativas. Este indicador permite estimar, de forma relativa, qué tan favorable es el entorno socioeconómico de cada estado para modernizar su padrón automotor, incorporando posteriormente penalizaciones que reflejan distorsiones institucionales y geográficas.

3.1 Construcción del índice base

El índice base se construyó a partir de tres variables extraídas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022, publicada por el INEGI (2023). Las dimensiones seleccionadas buscan capturar, desde una perspectiva estructural, la capacidad de adquisición, la prioridad en el gasto y el acceso efectivo a vehículos en los hogares, como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1.
Dimensiones del índice de renovación vehicular.

Dimensión	Variable	Justificación
Capacidad económica	Ingreso promedio por hogar.	Refleja el potencial adquisitivo para acceder a vehículos nuevos.
Prioridad de gasto	Gasto en transporte privado.	Aproxima la disposición relativa a invertir en movilidad automotriz.
Acceso al bien	Porcentaje de hogares con al menos un vehículo.	Mide la penetración vehicular como proxy de acceso y potencial renovación.

Fuente: elaboración propia.

Para garantizar la comparabilidad entre entidades federativas, cada variable fue normalizada mediante el método min-max, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\bar{X}_{j,i} = \frac{X_{j,i} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (1)$$

donde $\bar{X}_{j,i}$ representa el valor normalizado de la variable j en la entidad i , $X_{j,i}$ es el valor original, $\min(X_j)$ y $\max(X_j)$ corresponden a los valores extremos a nivel nacional de la variable j .

Por su parte, el índice base se calculó como el promedio simple de los tres componentes normalizados. Esto es,

$$I_{renov}^i = \frac{1}{3} (\bar{Y}_i + \bar{G}_i + \bar{A}_i) \quad (2)$$

en donde \bar{Y}_i , \bar{G}_i , \bar{A}_i corresponden al ingreso, el gasto en transporte y el acceso vehicular, respectivamente. Este índice no representa una tasa de sustitución directa, pero permite establecer comparaciones relativas entre entidades en cuanto a su capacidad estructural de modernización automotriz.

Como ejercicio de validación, se estimó una versión alternativa del índice empleando normalización z-score, con el propósito de evaluar la sensibilidad frente a transformaciones de escala. Las diferencias fueron marginales y la estructura del ranking se mantuvo estable, lo que refuerza la consistencia metodológica del indicador y confirma que los resultados no dependen de una especificación particular de normalización.

3.2 Ajuste institucional y geográfico

Con el propósito de incorporar barreras no estructurales que podrían limitar la renovación vehicular —a pesar de condiciones económicas favorables— se aplicaron penalizaciones al índice base. Estas penalizaciones se fundamentaron en dos variables dicotómicas:

- Tenencia vehicular (*Ten*): codificada como 1 si la entidad conservó el impuesto en 2022, y 0 en caso contrario¹.
- Condición fronteriza (*Fron*): codificada como 1 si la entidad colinda con Estados Unidos.

De esta manera el índice se ajusta de nuevo. Así, se calculó conforme a la siguiente fórmula:

$$I_{adj}^i = I_{renov}^i - \alpha Ten_i - \beta Fron_i \quad (3)$$

considerando que I_{adj}^i es el índice ajustado para la entidad i , Ten_i , $Fron_i$ son las variables dicotómicas respectivas y α, β representan las penalizaciones de -0.3 puntos. Los valores de penalización (α y β) fueron definidos mediante una calibración analítica razonada —no derivada de un modelo econométrico— con el objetivo de simular el efecto inhibitor que podrían ejercer las condiciones fiscales y territoriales sobre la renovación automotriz. Esta parametrización tiene carácter exploratorio. Como parte del análisis de robustez, se evaluó la estabilidad del índice ajustado ante variaciones razonables de los parámetros de penalización (-0.2 y -0.4). Los cambios observados en el orden relativo de las entidades fueron mínimos, lo que confirma que los resultados no dependen críticamente de una única especificación de penalización.

3.3 Modelos de interacción

Además del índice ajustado, se estimaron modelos de regresión lineal con términos de interacción para explorar si ciertas condiciones institucionales modifican el efecto de variables estructurales sobre la renovación vehicular. En particular, se analizaron dos combinaciones relevantes:

- Ingreso normalizado \times Tenencia
- Esfuerzo vehicular \times Tenencia

las cuales conducen a dos modelos adicionales. Estos modelos permiten evaluar si la permanencia del impuesto sobre tenencia atenúa el efecto de la capacidad económica (o del esfuerzo financiero) sobre el comportamiento observado de renovación

¹ La clasificación de la tenencia corresponde al año 2022, en congruencia con el levantamiento de la ENIGH. Dado que la vigencia del impuesto puede cambiar, los resultados deben interpretarse dentro de este marco temporal específico.

vehicular. En el primer caso, se espera que el ingreso actúe como un motor de modernización, pero que dicho efecto se vea moderado negativamente en estados que mantienen el cobro de tenencia. En el segundo caso, se analiza si el esfuerzo vehicular —medido como el porcentaje del ingreso destinado al transporte privado— genera presiones similares en presencia o ausencia de dicho impuesto. Estas interacciones no solo permiten observar variaciones en las pendientes entre grupos, sino también identificar posibles efectos regresivos o distorsivos que alteran la eficacia del ingreso o del esfuerzo como determinantes de modernización vehicular².

3.4 Validez técnica del índice compuesto

Si bien el índice propuesto no mide directamente la antigüedad promedio del parque vehicular —debido a la falta de datos homogéneos a nivel estatal— integra dimensiones estructurales estrechamente vinculadas con la capacidad de renovación. Su diseño busca ofrecer una herramienta comparativa robusta para el análisis territorial y el diseño de políticas públicas. La Tabla 2 resume sus principales atributos, limitaciones y ventajas.

Tabla 2.

Validez, limitaciones y ventajas del índice compuesto de renovación vehicular.

Validez	Limitaciones	Ventajas
Multidimensionalidad: incorpora ingreso, gasto y acceso vehicular.	No mide directamente la antigüedad vehicular.	Mejora las aproximaciones unidimensionales previas.
Equidad comparativa: la normalización evita sesgos por magnitudes absolutas.	Puede sobreestimar la renovación en estados con alto acceso pero baja rotación.	Es replicable y actualizable con nuevas ediciones de la ENIGH.
Consistencia interna: las variables seleccionadas guardan relación teórica y empírica con la renovación.	La ponderación igual entre dimensiones es conceptualmente debatible, aunque las pruebas de robustez muestran que su impacto empírico es marginal.	Útil para segmentación territorial y evaluación de diseño fiscal.

Fuente: elaboración propia.

Este instrumento no pretende sustituir mediciones directas de la antigüedad vehicular, sino ofrecer un proxy robusto cuando los datos administrativos son escasos o inconsistentes. Su diseño —que integra condiciones estructurales, barreras institucionales y modelos de interacción— permite capturar tanto el potencial económico de modernización como los obstáculos que lo inhiben. Su aplicación puede

² Todos los modelos fueron estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), incorporando términos de interacción multiplicativos entre las variables normalizadas y las dicotómicas institucionales. Se reportan coeficientes, errores estándar y pruebas de significancia para cada modelo, incluyendo interpretación gráfica de los efectos cuando corresponde.

ser particularmente útil para orientar políticas diferenciadas, focalizar incentivos o anticipar rezagos estructurales. En la sección siguiente se presentan los principales hallazgos derivados de esta estrategia analítica.

4. Análisis de resultados

Esta sección presenta los hallazgos centrales del análisis. Se parte de la estimación del índice base de renovación vehicular y su posterior ajuste por factores institucionales y geográficos. A partir de ello, se exploran también interacciones relevantes —como la combinación entre tenencia y condición fronteriza—, así como relaciones específicas entre variables estructurales y restricciones fiscales. Este enfoque permite observar no solo las disparidades territoriales, sino también los mecanismos mediante los cuales la política tributaria puede incidir en la capacidad real de renovación del parque vehicular.

4.1 Índice base de renovación vehicular

El índice base refleja la capacidad relativa de las entidades federativas para modernizar su parque automotor, considerando tres dimensiones estructurales: ingreso promedio por hogar, gasto en transporte privado y acceso vehicular. Su escala normalizada, de 0 a 1, permite comparaciones directas entre estados.

Como se muestra en la Figura 1, las entidades con mayor potencial estructural de renovación son Baja California (0.866), Nuevo León (0.822), Chihuahua (0.762) y la Ciudad de México (0.758). Estos estados combinan altos niveles de ingreso, un gasto elevado en movilidad automotriz y un parque vehicular más dinámico. En el extremo opuesto, Oaxaca (0.056), Guerrero (0.054) y Chiapas (0.051) registran los valores más bajos, reflejando condiciones estructurales que limitan significativamente la renovación, posiblemente asociadas a mayores niveles de pobreza, baja motorización y rezagos en infraestructura.

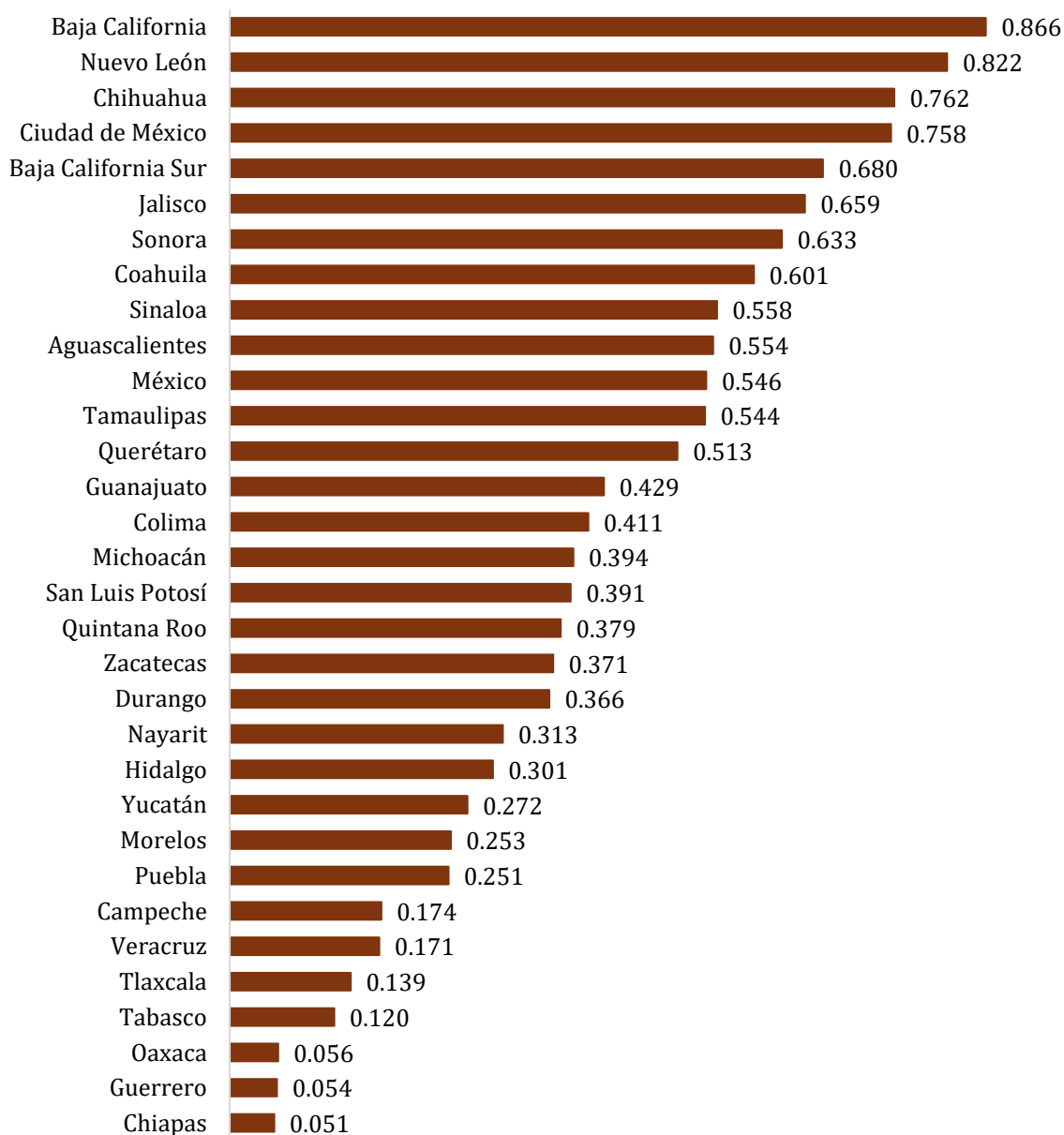
La diferencia de 0.815 puntos entre el valor más alto y el más bajo pone en evidencia una profunda heterogeneidad territorial. Este rango amplio sugiere que cualquier política de incentivos a la renovación vehicular debe considerar estas brechas estructurales, evitando enfoques homogéneos que podrían agudizar las desigualdades existentes.

Es importante subrayar que un valor alto del índice —como el 0.822 de Nuevo León— no implica que el 82.2% del parque vehicular haya sido renovado ni que dicho porcentaje de hogares adquiera vehículos nuevos cada año. El índice es relativo: posiciona a la entidad dentro del rango nacional y sugiere que, en comparación con otras, enfrenta condiciones estructurales más favorables para la renovación vehicular.

No obstante, este índice aún no contempla restricciones fiscales ni distorsiones institucionales que pueden limitar el comportamiento real de sustitución vehicular. En

el siguiente apartado se incorpora un ajuste adicional que permite matizar estos resultados considerando dos factores clave: la permanencia del impuesto sobre tenencia y la condición geográfica de frontera.

Figura 1.
Índice base de renovación vehicular, por entidad.



Fuente: elaboración propia con base en la ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

4.2 Índice ajustado

Con el fin de captar barreras no estructurales que podrían limitar la renovación efectiva del parque vehicular, se aplicó un ajuste al índice base, incorporando penalizaciones asociadas a dos factores: la vigencia del impuesto sobre tenencia vehicular y la condición geográfica de frontera. Este refinamiento permite aproximar no solo la capacidad estructural, sino también el entorno normativo y territorial que condiciona su expresión en la práctica.

El índice ajustado ofrece una lectura más completa de las condiciones reales para la modernización automotriz en las entidades federativas, al integrar capacidades económicas junto con posibles distorsiones institucionales. Las penalizaciones, descritas anteriormente, buscan simular el efecto inhibitorio que ciertas políticas o contextos geográficos pueden ejercer sobre el comportamiento del mercado vehicular.

Los resultados revelan que las entidades sin tenencia vigente presentan, en promedio, un mayor índice ajustado, lo cual respalda la hipótesis de que dicho impuesto podría actuar como un desincentivo a la modernización del parque vehicular. Este efecto se acentúa en entidades que, además de conservar la tenencia, se ubican en la franja fronteriza.

Como se muestra en la Tabla 3, el ajuste modificó la posición relativa de algunas entidades. Nuevo León ascendió al primer lugar tras aplicar las penalizaciones, desplazando a Baja California. Asimismo, Jalisco ingresó a los primeros lugares, sustituyendo a Baja California Sur. Este reordenamiento evidencia que, incluso en estados con condiciones estructurales favorables, la capacidad efectiva de renovación puede verse limitada por factores institucionales o geográficos.

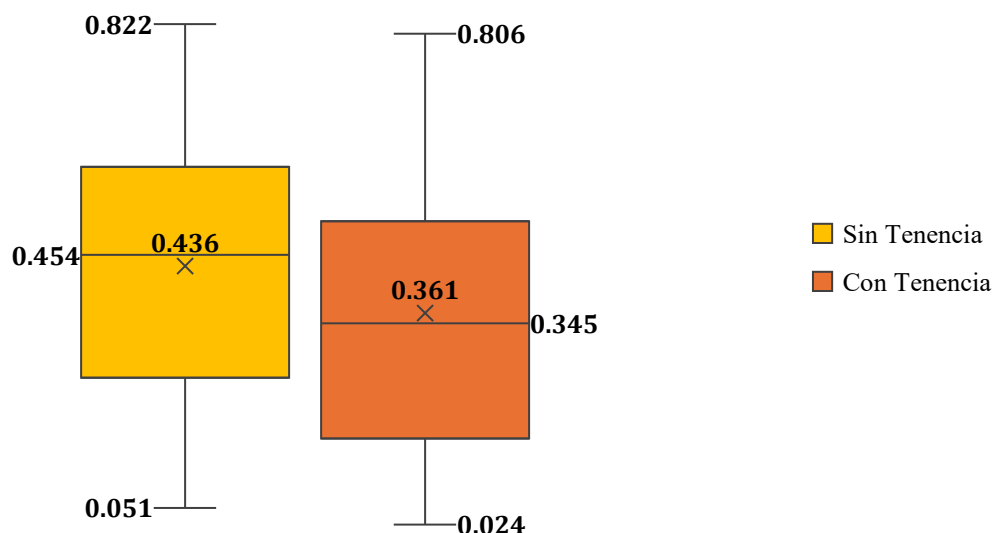
Tabla 3.
Cambios en los primeros cinco lugares del índice de renovación vehicular.

Índice Base	Índice Ajustado	Movimiento
Baja California	Nuevo León	+1
Nuevo León	Baja California	-1
Chihuahua	Chihuahua	=
Ciudad de México	Ciudad de México	=
Baja California Sur	Jalisco	Entra Jalisco

Fuente: elaboración propia con base en la ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

La Figura 2 muestra la distribución del índice ajustado agrupada según la presencia o no del impuesto sobre tenencia vehicular. Aunque el promedio fue ligeramente mayor en las entidades sin tenencia (0.436 frente a 0.361), esta diferencia no resultó estadísticamente significativa, ni al comparar medias (t-test, $p = 0.364$), ni al contrastar distribuciones (ranksum, $p = 0.309$).

Figura 2.
Distribución del índice ajustado, según presencia del impuesto a la tenencia.



Fuente: elaboración propia con base en la ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

Este resultado sugiere que, con la muestra actual, no puede afirmarse con rigor que la tenencia vehicular tenga un efecto estadísticamente detectable sobre el índice ajustado. No obstante, la consistencia en la dirección de la diferencia es analíticamente relevante. Esto apunta a la posible existencia de una relación entre política fiscal y capacidad de renovación, susceptible de ser confirmada con mayor poder estadístico o mediante estimaciones econométricas más específicas. Más que desechar la hipótesis inicial, estos hallazgos la mantienen como una línea analítica promisoría para estudios futuros.

4.3 Efecto combinado de tenencia y frontera

Con el fin de evaluar si la coexistencia de factores institucionales (tenencia vehicular) y geográficos (ubicación fronteriza) generan un efecto compuesto sobre la capacidad de renovación vehicular, se estimó un modelo de regresión lineal que incluye un término de interacción entre las variables *Ten* y *Fron*.

Los resultados se presentan en el Cuadro 1. El efecto individual de la tenencia no fue estadísticamente significativo ($p = 0.555$), y el efecto de frontera presentó una asociación positiva marginalmente significativa ($p = 0.073$). La interacción entre ambas condiciones no fue significativa de forma individual ($p = 0.321$), pero su coeficiente positivo sugiere un comportamiento no aditivo que podría estar generando una penalización compuesta en entidades donde confluyen ambas barreras. Pese a la falta de significancia individual, la prueba conjunta de los tres predictores fue estadísticamente significativa ($F(3,28) = 3.11$; $p = 0.042$), lo que respalda la hipótesis

de que el entorno institucional y geográfico incide de forma conjunta en la capacidad estructural de renovación.

Cuadro 1.
Efecto de tenencia, condición fronteriza y su interacción sobre el índice ajustado.

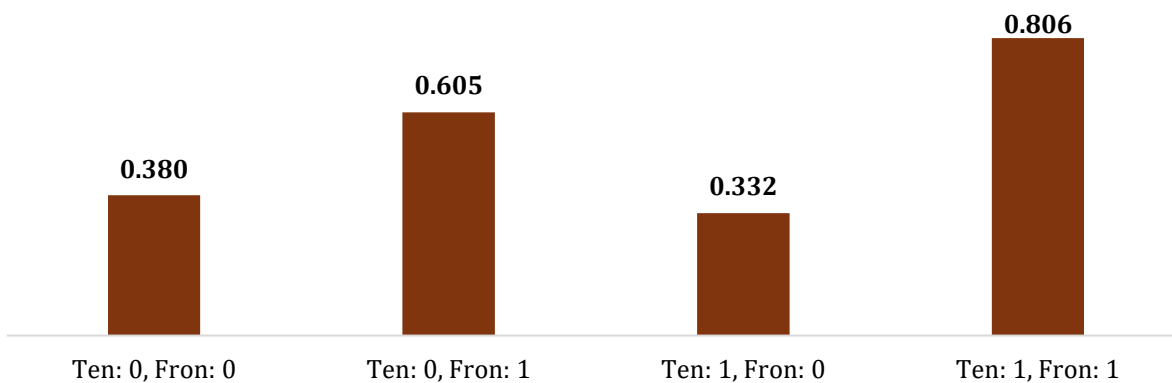
Variable	Coefficiente	Error Estándar	p-valor	Significancia
Tenencia (<i>Ten</i>)	-0.048	0.081	0.555	ns
Frontera (<i>Fron</i>)	+0.225	0.121	0.073	* (marginal)
Interacción (<i>Ten</i> × <i>Fron</i>)	+0.250	0.247	0.321	ns
Constante	+0.380	0.060	0.000	***

Notas: 32 observaciones, R² ajustado = 0.17. Modelo estimado por MCO. * indica significancia marginal (p < 0.10); “ns” no significativa, *** significancia al 99%.

Fuente: elaboración propia con base en la ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

Este comportamiento se ilustra en la Figura 3, que muestra el índice ajustado estimado para cada combinación de condiciones, donde los modelos fueron estimados mediante MCO. El valor más bajo se observa en entidades sin frontera y con tenencia, mientras que el más alto corresponde a aquellas que presentan ambas condiciones. Si bien este patrón puede parecer contraintuitivo, responde al valor positivo de la interacción estimada y sugiere la necesidad de análisis más complejos para capturar efectos no lineales o barreras latentes.

Figura 3.
Efecto combinado de tenencia y frontera sobre el índice ajustado.



Fuente: elaboración propia con base en ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

Aunque los efectos individuales no son significativos, el modelo conjunto sugiere que las condiciones fiscales y geográficas no operan de forma aislada. Su combinación puede alterar el comportamiento del parque vehicular en ciertas entidades, lo que apunta a la necesidad de diseñar incentivos diferenciados según el contexto regional³.

4.4 Ingreso normalizado y tenencia: interacción regresiva

Como era de esperarse, el ingreso promedio muestra una relación positiva con el índice ajustado de renovación vehicular; es decir, a mayor capacidad económica relativa, mayor potencial de modernización del parque automotor. Sin embargo, este efecto no es homogéneo entre entidades. Al incorporar un término de interacción en la estimación por MCO entre el ingreso normalizado y la variable *Ten* se observa que la presencia del impuesto modera negativamente dicha relación. El modelo fue marginalmente significativo ($p = 0.095$), lo que sugiere un patrón consistente con una interacción regresiva.

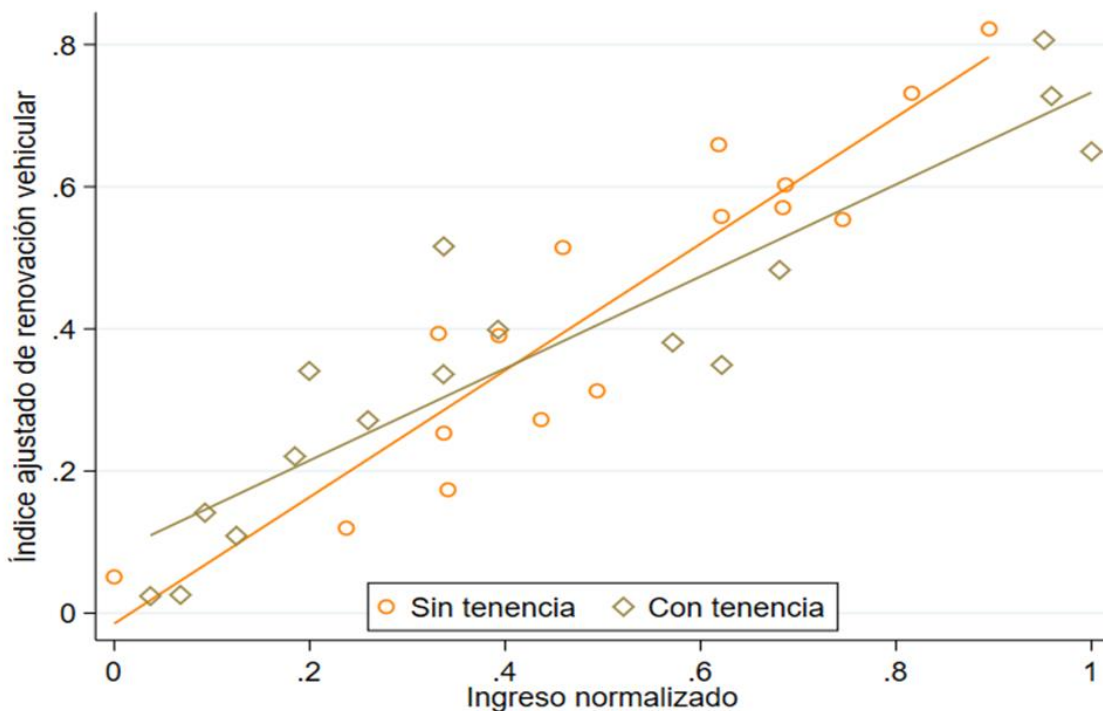
La Figura 4 ilustra esta relación diferenciada según la existencia de tenencia vehicular. En las entidades donde no se aplica el impuesto, el ingreso actúa como un motor claro de renovación. En contraste, en los estados donde persiste la tenencia, dicho impulso económico se ve atenuado: la pendiente es menor, y la capacidad de renovación se desacopla del ingreso.

Este patrón respalda la hipótesis de que la tenencia vehicular funciona como una barrera institucional que reduce el efecto positivo de la capacidad económica sobre la modernización vehicular. Allí donde existe ingreso, pero también una carga fiscal, el incentivo se diluye y el potencial de renovación se ve restringido.

La tenencia vehicular opera como una barrera institucional de carácter regresivo, al limitar el aprovechamiento de la capacidad económica para renovar el parque automotor. Este efecto no solo desacopla ingreso y comportamiento de actualización, sino que introduce una desigualdad adicional entre entidades con niveles similares de ingreso, afectando tanto la eficiencia del sistema fiscal como su equidad territorial.

³ El modelo presenta una capacidad explicativa moderada (R^2 ajustado = 0.17) y una prueba conjunta significativa para los predictores incluidos ($F(3,28) = 3.11$; $p = 0.042$). Si bien algunos coeficientes individuales no alcanzan significancia estadística, el resultado global sugiere que el entorno fiscal y geográfico incide de manera combinada sobre la capacidad de renovación vehicular. Debido al tamaño muestral reducido ($n = 32$), se recomienda interpretar estos hallazgos como señales consistentes con la hipótesis teórica, más que como estimaciones concluyentes.

Figura 4.
Relación entre ingreso normalizado e índice ajustado, según tenencia.



Fuente: elaboración propia con base en ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

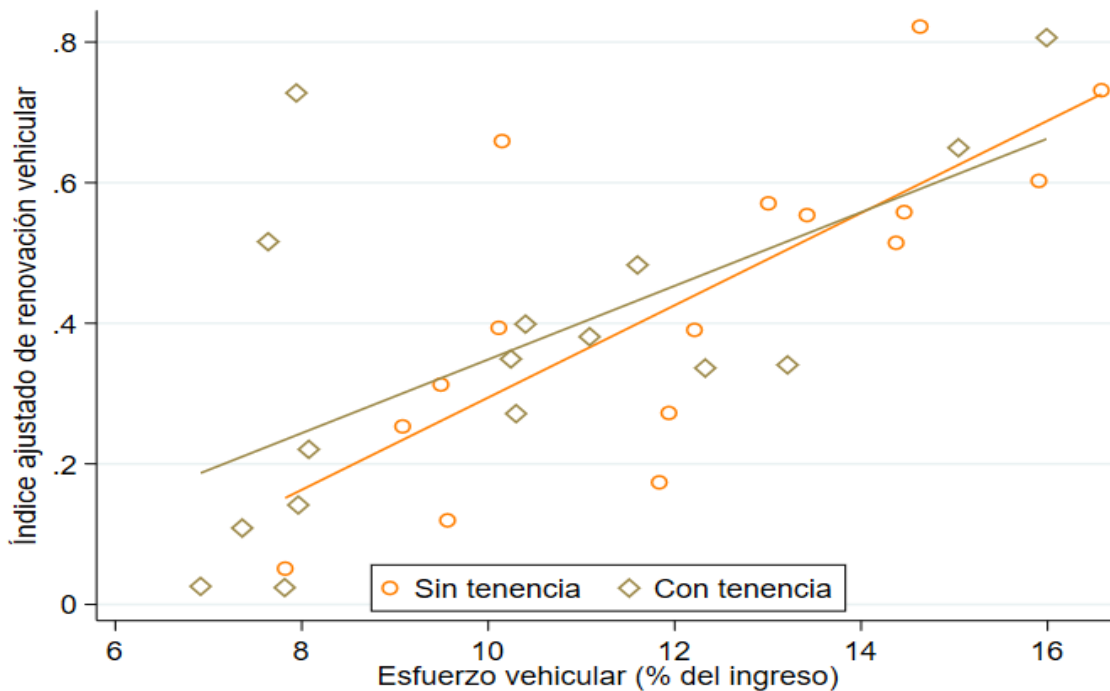
4.5 Esfuerzo vehicular y tenencia: presión homogénea

Para complementar el análisis del ingreso, se incorporó la variable esfuerzo vehicular, definida como el porcentaje del ingreso promedio que los hogares destinan al transporte privado. Este indicador permite aproximarse a la carga económica real que representa la movilidad motorizada en los distintos contextos estatales.

De manera interesante, los estados que no aplican el impuesto de tenencia registran un esfuerzo vehicular mayor (12.2%) en comparación con aquellos que sí lo mantienen (10.2%). Aunque este hallazgo podría parecer contraintuitivo, una interpretación plausible es que las entidades sin tenencia presentan tasas de motorización más elevadas, lo que conlleva un gasto agregado mayor en transporte, sin implicar necesariamente un mayor costo por unidad vehicular.

Para evaluar el efecto conjunto del esfuerzo económico y la tenencia, se estimó un modelo de interacción entre ambas variables por MCO. Los resultados muestran que el esfuerzo vehicular tiene una relación positiva con el índice ajustado, mientras que la interacción con la variable de tenencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.650$). En otras palabras, el efecto del esfuerzo sobre la capacidad de renovación se mantiene constante, sin evidencia de que la tenencia module sustancialmente esta relación.

Figura 5.
Relación entre entre esfuerzo vehicular e índice ajustado, según tenencia.



Fuente: elaboración propia con base en ENIGH 2022 (INEGI, 2023).

La Figura 5 ilustra visualmente dicha estabilidad: tanto en entidades con tenencia como sin ella, el esfuerzo vehicular muestra una pendiente positiva de magnitud similar respecto al índice ajustado. Esto sugiere que, a diferencia del ingreso, el esfuerzo representa una presión estructural homogénea que afecta de manera consistente, independientemente del régimen fiscal.

A diferencia del ingreso, el esfuerzo vehicular no presenta un efecto diferencial según el impuesto por tenencia. Su impacto sobre la renovación parece estructural y homogéneo, lo que sugiere que su efecto se mantiene constante, sin importar si la entidad aplica o no la tenencia vehicular.

5. Conclusiones

La capacidad de renovación vehicular en México no depende únicamente del ingreso o del nivel de motorización, sino de un entramado institucional que puede facilitar o inhibir dicho proceso. Este estudio propone un índice ajustado que permite identificar no solo el potencial estructural de las entidades federativas, sino también las barreras fiscales y territoriales que alteran significativamente ese potencial.

Entre los hallazgos más relevantes, destaca el efecto regresivo de la tenencia vehicular: lejos de funcionar como incentivo, debilita la relación positiva entre ingreso y renovación, afectando con mayor fuerza a las entidades con mayor capacidad económica. En lugar de acompañar el dinamismo regional, el impuesto penaliza el comportamiento que las políticas públicas afirman querer estimular —la modernización del parque vehicular por razones de eficiencia energética, seguridad vial y sostenibilidad.

Adicionalmente, la interacción entre la tenencia y la condición fronteriza muestra un efecto compuesto estadísticamente significativo. Esta superposición de barreras institucionales y geográficas configura escenarios de penalización incluso en contextos económicamente favorables, lo que refuerza la necesidad de analizar el diseño fiscal dentro de su contexto territorial. Por otro lado, el esfuerzo vehicular —proporción del ingreso destinado al transporte privado— se mantiene como un factor estructuralmente estable, sin mostrar un comportamiento diferencial según la presencia del impuesto, lo que sugiere una presión homogénea en términos de gasto.

Los resultados de este análisis ofrecen argumentos técnicos sólidos para cuestionar la permanencia del impuesto a la tenencia en los estados. Si el objetivo es impulsar una renovación vehicular eficaz, equitativa y ambientalmente responsable, los impuestos asociados al vehículo deben operar como incentivos, no como obstáculos. El índice ajustado propuesto permite identificar con claridad qué entidades enfrentan mayores barreras y en cuáles una política de renovación tendría más probabilidades de éxito.

Eliminar la tenencia no debe entenderse como una concesión política, sino como una condición necesaria para una política de movilidad funcional. Mantener este impuesto equivale a castigar a quienes tienen la capacidad y la disposición de renovar, debilitando con ello cualquier estrategia seria de modernización.

No obstante, la eliminación o modificación del gravamen también puede generar efectos colaterales. Estudios comparados han documentado que reducciones sustanciales en la carga tributaria sobre vehículos tienden a incentivar la expansión del parque vehicular, con posibles repercusiones en congestión vial, emisiones y presión sobre la infraestructura urbana. Si bien este estudio no modela estos impactos, su consideración es indispensable para evaluar reformas que busquen simultáneamente sostenibilidad fiscal, movilidad eficiente y objetivos ambientales.

En términos metodológicos, aunque el análisis se construye con un solo año de información (ENIGH 2022), las relaciones identificadas entre ingreso, esfuerzo vehicular y diseño fiscal son congruentes con la evidencia previa sobre desigualdad en motorización y renovación vehicular en contextos territoriales heterogéneos. Las pruebas de robustez aplicadas —normalización alternativa mediante z-scores y

evaluación de sensibilidad a las penalizaciones— refuerzan la estabilidad del índice y respaldan la solidez empírica de los hallazgos. Aun así, un seguimiento longitudinal permitiría examinar la persistencia de estos patrones y estimar con mayor precisión los efectos dinámicos de la tenencia y otros incentivos fiscales sobre la modernización del parque automotor.

En conjunto, la evidencia invita a replantear el papel de la tenencia no como un impuesto inercial, sino como un elemento que debe integrarse de manera coherente en una política de movilidad sostenible. Un diseño fiscal que contradiga los objetivos ambientales y de renovación vehicular corre el riesgo de producir resultados opuestos a los que busca alcanzar.

Referencias

- Alarcón, J. y Sac, L. (2020). *Propuesta modificatoria del impuesto vehicular*. [Trabajo de investigación]. Universidad Privada de Trujillo. <https://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/354>
- Berry, S.; Levinsohn, J. y Pakes, A. (2004). Differentiated products demand systems from a combination of micro and macro data: The new car market. *Journal of Political Economy*, 112(1), 68-105. <https://doi.org/10.1086/379939>
- Busse, M.; Knittel, C. y Zettelmeyer, F. (2013). Are Consumers Myopic? Evidence from New and Used Car Purchases. *American Economic Review*, 103(1), 220–56. <https://doi.org/10.1257/aer.103.1.220>
- Castañeda, R. y Espinosa, G. (2022). *Potencial financiero y redistributivo del impuesto a la propiedad vehicular*. Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC). <https://www.indetec.gob.mx>
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP) (2024). *Rediseño del impuesto a la tenencia: Potencial recaudatorio y progresividad*. <https://ciep.mx/wp-content/uploads/2024/09/Rediseno-del-impuesto-a-al-tenencia.-Potencial-recaudatorio-y-progresividad..pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). *Panorama fiscal de América Latina y el Caribe. Políticas tributarias para la movilización de recursos en el marco de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44516-panorama-fiscal-america-latina-caribe-2019-politicas-tributarias-la-movilizacion>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Metodologia.aspx>

- Cruz, I. (2018). Determinantes socioeconómicos de la posesión de automóviles en los municipios de México. *Iztapalapa. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 84(1), 191-212.
<https://doi.org/10.28928/revistaiztapalapa/842018/aot2/cruzrodriguezij>
- Dargay, J.; Gately, D. y Sommer, M. (2007). Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030. *The Energy Journal*, 28(4), 143-170.
<https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol28-No4-7>
- Davis, L. y Knittel, C. (2019). Are fuel economy standards regressive? *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(S1), S37-S63.
<https://doi.org/10.1086/701187>
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2007). *Decreto por el que se reforman, adicionan, derogan y abrogan diversas disposiciones de la Ley de Coordinación Fiscal, de la Ley del Impuesto sobre Tenencia o Uso de Vehículos y de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios*.
http://congreso.gob.mx/LeyesBiblio/abro/listuv/LISTUV_abro_21dic07.pdf
- García, C. y Yepes, E. (2024) Análisis del impuesto sobre tenencia vehicular: implicaciones político-sociales en el contexto del estado de Guerrero, en México. *Latam: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5), 17-32.
<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2955>
- Hermosín, M. (2023). A comparative analysis in vehicle taxation. *Revista Amagis Jurídica*, 15(3), 261-308.
- Hernández, C. y Urzúa, C. (2023). Revisitando el impuesto sobre la tenencia vehicular. *EconomíaUNAM*, 21(61), 150-162.
<https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2024.61>
- Horta, R.; Camacho, M.; Silveira, L. y Ferreira, L. (2023). Metodologías de construcción de índices compuestos: aportes a partir del Índice de Potencial Competitivo Departamental para Uruguay. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 36, 1-23.
<http://dx.doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.6592>
- International Energy Agency (IEA) (2022). *Global EV Outlook 2022: Securing supplies for an electric future*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2023). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2022*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2024). *Estadísticas de vehículos registrados en circulación*. <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>
- Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC) (2020). *Impuesto a la tenencia o uso de vehículos. Antecedentes, situación actual y reflexiones*.

- Kunert, U. y Kuhfeld, H. (2007). The diverse structures of passenger car taxation in Europe and the EU Commission's proposal for reform. *Transport Policy*, 14(4), 306-316. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.03.001>
- Lacayo, M. (2010). El programa de renovación vehicular como apoyo a la industria automotriz en México y sus resultados. En *Memorias del XV Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*. UNAM. <https://repositorios.fca.unam.mx/investigacion/memorias/2010/8.07.pdf>
- Martínez, R. (2007). *El destino de los recursos del impuesto sobre la tenencia o uso de vehículos* [Tesina de licenciatura]. UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000621846>
- México Evalúa (2021). *Ingresos vehiculares y tenencia: hacia el fortalecimiento de la independencia fiscal local*. <https://www.mexicoevalua.org/ingresos-vehiculares-y-tenencia-hacia-el-fortalecimiento-de-la-independencia-fiscal-local/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>
- Öztürk, E.; Guimarães, P. y Silva, S. (2024). Building a composite index using the multi-objective approach: An application to the case of human development. *Socio-Economic Planning Sciences*, 91, 101756. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101756>
- Purohit, M. y Purohit, V. (2010). Road user taxes in India. Issues in tax policy and governance. Reporte Final. *Foundation for Public Economics and Policy Research: New Delhi-110052*.
- Rodríguez, J. y Portillo, R. (2016). La percepción social del subsidio a la tenencia vehicular: caso Sinaloa 2014. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(1), 84-102.
- Saltelli, A.; Ratto, M.; Andres, T.; Campolongo, F.; Cariboni, J.; Gatelli, D.; Saisana, M. y Tarantola, S. (2007). *Global sensitivity analysis: The primer*. Inglaterra. Wiley.
- Santos, G. (2017). Road transport and CO₂ emissions: What are the challenges? *Transport Policy*, 59, 71-74. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.06.007>
- Treviño, J. (2024). Propuesta metodológica para un índice compuesto transversal no compensatorio con variables predeterminadas. *Estudios sociológicos*, 42. <https://doi.org/10.24201/es.2024v42.e2380>
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat) (2017). *Methodology for the city prosperity index*. <http://www.perceptionindex.org/Public/Methodology>