

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONÓMICAS

TESIS

TESIS

2018

JUDITH ABISINIA MALDONADO CRUZ

**“El consumo en energéticos y las economías de escala en la
generación de CO₂ por los hogares. Un análisis en las
regiones de México”.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONÓMICAS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA REGIONAL

TESIS

**“El consumo en energéticos y las economías de escala en la
generación de CO₂ por los hogares. Un análisis en las regiones de México”**

que se presenta como requisito parcial para obtener
el grado de Maestro en Economía Regional

JUDITH ABISINIA MALDONADO CRUZ

Comité Evaluador:

Dr. Sergio Colín Castillo (Director)
Dr. Nicholas P. Sisto (Co-director)
Mtro. Alfonso Mercado García (Lector)
Dra. Miriam Valdés Ibarra (Lectora)

Saltillo, Coahuila.
Agosto de 2018

RESUMEN.

Desde la perspectiva del consumo, las emisiones de gases de efecto invernadero de los hogares pueden medirse a través del gasto. Es así que el presente estudio analiza el consumo en energéticos (gasolinas, diésel, gas L.P., gas natural y energía eléctrica) por los hogares y sus economías de escala en la generación de CO₂ con respecto al tamaño del hogar en México; lo anterior, bajo el supuesto de que mayor ingreso y menor número de habitantes en el hogar propician mayores emisiones per cápita. Se utilizó un modelo de corte transversal donde la variable dependiente es emisiones de CO₂ per cápita y las variables independientes son tamaño del hogar, ingreso, gasto en transporte público, equipamiento del hogar y el ámbito urbano-rural. Los datos se basan en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016 (ENIGH 2016). Este documento confirma la hipótesis planteada de una relación positiva entre las emisiones de CO₂ per cápita con el ingreso y una relación negativa con el tamaño del hogar (presencia de economías de escala); comportamiento que está presente a nivel nacional y para cada una de las regiones socioeconómicas de México. Además, este trabajo genera la primera base de datos de emisión de CO₂ por los hogares de México, a nivel estado y región, que en términos de política pública, podría apoyar en la formación de un posible escenario, que desde el lado de la demanda, eventualmente intente generar medidas para el control de emisiones de CO₂ desde los hogares.

Palabras clave: Emisiones de CO₂, energético, hogares, ingreso, tamaño del hogar, y economías de escala.

Tabla de contenido

<i>Introducción.</i>	1
<i>Capítulo I. Contexto energético y estudios empíricos de emisiones de CO₂.</i>	8
Consumo energético final en México.	8
Estudios empíricos de emisiones de CO ₂	9
Generación de CO ₂ : Contexto mexicano.....	17
<i>Capítulo II. Metodología.</i>	21
Modelo teórico.	21
Datos.....	24
Modelo empírico.	37
<i>Capítulo III. Resultados.</i>	42
Resultados relativos a emisiones de CO ₂	42
Resultados del modelo econométrico.	57
Discusión.	64
<i>Capítulo IV. Conclusiones.</i>	69
<i>Bibliografía</i>	72
<i>Anexos.</i>	77

Índice de gráficas.

Gráfica 1. México: Gasto trimestral total por región, 2016.....	31
Gráfica 2. México: Gasto energético por región, 2016.	32
Gráfica 3. México: Gasto energético per cápita por región, 2016.....	32
Gráfica 4. México: Gasto de los hogares por tipo de energético, 2016.....	33
Gráfica 5. México: Gasto por región y tipo de energético, 2016.	34
Gráfica 6. México: Emisiones promedio de CO ₂ por hogar, por región y por tipo de energético, 2016.....	36
Gráfica 7. México: Emisiones promedio por hogar, por tipo de energético, para el ámbito rural y urbano, 2016.....	37
Gráfica 8. México: Emisiones de CO ₂ por región, 2016.	51
Gráfica 9. México: Emisiones de CO ₂ per cápita por región, 2016.	51
Gráfica 10. México: Emisiones de CO ₂ por tipo de energético, 2016.....	52
Gráfica 11. México: Emisiones de CO ₂ por región y por tipo de energético, 2016. (tCO ₂)	53
Gráfica 12. México: Emisiones de CO ₂ por tamaño promedio de hogar, 2016.	54
Gráfica 13. Emisiones globales de CO ₂ por ámbito (urbano-rural) en México, 2016.	54
Gráfica 14. Emisiones de tCO ₂ por quintil de ingreso en México, 2016.	56
Gráfica 15. México: Emisiones de CO ₂ por quintiles de ingreso y tipo de energético, 2016.	57

Índice de mapas.

Mapa 1. Regiones socioeconómicas de México, conforme INEGI.....	26
Mapa 2. México: Emisiones totales de CO ₂ por consumo de energía eléctrica por entidad federativa, 2016.	45
Mapa 3. México: Emisiones totales de CO ₂ por consumo de gasolina y diésel por entidad federativa, 2016.	45
Mapa 4. México: Emisiones totales de CO ₂ por consumo de gas L.P. y gas natural por entidad federativa, 2016.	46
Mapa 5. México: Emisiones de CO ₂ promedio por hogar, 2016.....	47
Mapa 6. México: Emisiones per cápita de CO ₂ vs tamaño promedio del hogar por entidad federativa, 2016.	49
Mapa 7. México: Emisiones de CO ₂ vs ingreso promedio del hogar por estado, 2016.	50

Índice de tablas.

Tabla 1. Resumen de revisión de literatura relativo a las variables de análisis.....	9
Tabla 2. Regiones socioeconómicas de México: población, número de hogares y PIB per cápita.....	26
Tabla 3. Precios de promedio de energéticos (pesos mexicanos).....	28
Tabla 4. Factores de emisión de CO ₂ por tipo de energético.	29
Tabla 5. México: Estadística descriptiva del gasto, ingreso y tamaño de hogar, 2016.	31
Tabla 6. México: Emisiones de CO ₂ en los hogares por tipo de energético, ámbito y región, 2016.	34
Tabla 7. Emisiones de CO ₂ por entidad federativa y tipo de energético (tCO ₂), 2016.	43
Tabla 8. Emisiones de CO ₂ per cápita por entidad federativa, 2016.	48
Tabla 9. Emisiones de CO ₂ por región, por tipo de energético, y por ámbito (tCO ₂) en México, 2016.	55
Tabla 10. Resultado de las regresiones del modelo econométrico, Ecuación (6).	59
Tabla 11. Regresión de mínimos cuadrados en tres etapas, iterada.	63

INTRODUCCIÓN.

Los estudios acerca de la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que emiten los hogares para México son nulos (Cruz Islas, 2016)¹. Aun cuando existen valoraciones aproximadas al dividir el total nacional, estimado vía oferta (o producción de bienes), sobre el total de los hogares²; no se ha identificado estimación específica alguna por el consumo de bienes en los hogares (vía demanda). Considerar esta falta de información es relevante, no solo por la importancia que reviste el llenar este hueco en la información en materia de emisiones de CO₂, sino porque con ella se abre la posibilidad de diversificar las recomendaciones de política relacionadas con el cambio climático por el lado de la demanda, o el consumo final de bienes por los hogares.

Generar políticas de mitigación desde la perspectiva del consumo es interesante. Y es que resulta notable la diferencia entre las estimaciones derivadas por el lado de la oferta y la demanda. Por ejemplo, Munksgaard y Pedersen (2001) reportan 7 millones de toneladas de diferencia para Dinamarca entre 1989 y 1994, originadas principalmente por la inadecuada consideración del consumo de bienes importados. Davis y Caldeira (2010) estimaron que el

¹ Cruz Islas (2016), al estudiar las Emisiones de CO₂ en los hogares del Distrito Federal, señala que en México no existen fuentes de información especializada en consumo energético o emisiones de gases de efecto invernadero a nivel hogar.

² Ver por ejemplo: El INEGI, Catálogo Nacional de Indicadores. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=21385>. (Consulta: 15 ene. 2018). Reportes del Banco Mundial, Centro de Análisis de Información sobre CO₂, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, E.U.A.). Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PP.GD.KD?locations=MX>. (Consulta: 10 ene. 2018). La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/2165-north-american-power-plant-air-emissions-es.pdf>. (Consulta: 3 feb. 2018). La SEMARNAT: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. Los Estudios económicos de la OCDE: México 2013, pág. 29 (Consulta: 20 feb. 2018), entre otros.

23% del CO₂ global circuló de un país a otro durante el 2004. Para Reino Unido esto representó una diferencia del 11% con respecto a su generación estimada, diferencia originada especialmente por su comercio con China (Li y Hewitt, 2008). La evidencia indica que las emisiones de CO₂ derivadas del transporte son más altas en países en vías de desarrollo (Andersen *et al.*, 2010), y es posible que aquellos países que muestran una reducción de sus emisiones, medidas por el lado de la producción, bien podrían estar incrementándolas por el lado de la demanda (Chitnis *et al.*, 2012). En este sentido, Druckman y Jackson (2009), estiman que entre el 2000 y el 2004 la cantidad de gases de efecto invernadero generados por los hogares en Reino Unido se incrementó en alrededor del 3% al año, pese a la disminución de su actividad económica reportada para ese mismo periodo.

Las emisiones de CO₂ por los hogares pueden medirse a través del gasto, relacionando patrones de consumo de bienes y servicios con variables sociodemográficas (ver por ejemplo a Pizer *et al.*, 2010; Duarte *et al.*, 2012; Underwood y Zahran, 2015; Cruz Islas, 2016; Fremstad *et al.*, 2018; Gill y Moeller, 2018). No obstante, poco se ha investigado en países emergentes como México. Intentando llenar este espacio en la investigación, este trabajo pretende estudiar los patrones de gasto en energéticos y sus correspondientes niveles de emisión de CO₂ por los hogares de México, considerando a estos como la unidad mínima de análisis, y explorando su agregación por región³, según la clasificación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

³ Se consideran siete regiones socioeconómicas las cuales se describen más adelante.

Con este análisis se exploran las dinámicas demográficas y económicas de los hogares en México, su relación con el consumo y sus implicaciones sobre el medio ambiente a través de contaminantes clave como el CO₂. Por ejemplo, si se analiza de forma conjunta el crecimiento de la población y de los hogares en el país, se tiene que para el periodo de 1984 al 2016, la población pasó de 75.78 a 127.5 millones de habitantes, mientras que el número de hogares creció de 15.03 a 33.46 millones. Ambos crecimientos son importantes e implican un incremento en la presión al medio ambiente. Pero lo más interesante surge al analizar la descomposición de esta progresión. Si se observan las tasas de crecimiento, la población tiene un comportamiento descendente, con tasas que van del 2.13 al 1.31. Por su parte, el incremento del número de hogares, aunque tiene un comportamiento errático, presenta una tasa de crecimiento medio del 5.9%, la cual es superior que la indicada para la población.

De lo anterior, destaca que los hogares están creciendo mucho más rápido que la población, así como, la evolución de los hogares unipersonales (habitados por una sola persona) los cuales presentan una tasa promedio para el periodo de 1984 al 2016 del 11.7%, según cálculos propios con base en los datos extraídos de los reportes de la Encuesta Nacional Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2016). Esta tendencia de crecimiento de los hogares de México va de la mano de una tendencia global, la cual indica que los hogares tienden a decrecer, es decir, se vuelven cada vez más pequeños respecto al número de habitantes (Ver por ejemplo a Jennings *et al.*, 2004; Underwood y Zahran, 2015). Para el periodo antes señalado, el tamaño promedio de los hogares mexicanos decreció pasando de 5.1 a 3.67 habitantes, mientras que la proporción de hogares unipersonales con respecto al total de hogares creció del 5.2% al 10.7%.

Al ligar este fenómeno de crecimiento de la población, el tamaño del hogar, y la generación de CO₂, surge el concepto de economías de escala en generación de CO₂ por hogar. Este concepto dice que a medida que los hogares crecen en número de habitantes, la generación per cápita de CO₂ disminuye. Esto significa que sería mejor tener hogares grandes, aunque la tendencia indica lo contrario, estos tienden a ser pequeños.

Por ello una pregunta pertinente es ¿Cuáles son las implicaciones del crecimiento de los hogares pequeños sobre el medio ambiente? Más en específico, sobre la generación de CO₂. Para responder esta pregunta, este trabajo explora la relación entre el crecimiento de los hogares de México, y el gasto (consumo) en energía por hogar (gasolinas, diésel, gas natural, gas L.P. y electricidad). Asimismo, se estima la correspondiente generación de CO₂ que implica dicho gasto en energía, para luego estudiar la relación entre su generación de CO₂ y otras variables económicas clave como el ingreso.

La base de datos utilizada proviene de la ENIGH (2016), y la unidad de observación es el hogar. Esta encuesta consta de 70,311 observaciones, es estadísticamente representativa a nivel entidad federativa, y para los ámbitos rural y urbano de cada estado (INEGI, 2017a). Con los factores de expansión correspondientes es posible hacer inferencia en el total de los 33'462,598 hogares de México. Esta encuesta, además de ser la más grande en su tipo, mucho mayor que las versiones anteriores de la misma ENIGH, tiene la ventaja de que incorpora las recomendaciones del grupo de Canberra,⁴ y ahora el ingreso reportado puede ser utilizado

⁴ Grupo de expertos en las Estadísticas de Ingreso de los Hogares, contiene preceptos sobre las estadísticas de distribución de ingresos, es decir, establece reglas básicas conceptuales para la producción de estadísticas de ingresos de los hogares (INEGI, 2017a).

como un proxy confiable del ingreso que realmente reciben los hogares en México (Huesca y López, 2016). De esta base, se hace un desglose y la generación de variables, mediante un trabajo intenso de codificación utilizando el software Stata 15. Se generan, por ejemplo, las 7 regiones⁵ según los criterios del INEGI, cuya numeración creciente del 1 al 7, se asocia con una situación relativa que va de peor a mejor condición socioeconómica.

Al final, este trabajo contribuye de tres maneras. Primero, provee evidencia de generación de CO₂ a nivel consumo o gasto de los hogares, información no existente para México. Segundo, documenta la relación negativa entre el tamaño del hogar y su nivel de emisiones de CO₂, y cómo el crecimiento de los hogares pequeños impulsa el gasto en energéticos (gasolinas, diésel, gas natural y L.P., y electricidad), y por tanto la generación de emisiones. Tercero, al medir la generación de CO₂ a través del consumo de energía, así como sus determinantes estadísticos, se espera respaldar algunas opciones de política que pudieran surgir para reducir las emisiones de GEI en México y sus regiones. Se plantean los siguientes objetivos e hipótesis de investigación:

Objetivo general.

Analizar el consumo de energéticos (gasolinas, diésel, gas L.P., gas natural y electricidad) por los hogares, y sus economías de escala en la generación de CO₂ con respecto al tamaño del hogar en México.

⁵ Las 7 regiones son: región 1, Chiapas, Guerrero y Oaxaca; región 2, Campeche, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz; región 3, Durango, Guanajuato, Michoacán, Tlaxcala y Zacatecas; región 4, Colima, México, Morelos, Nayarit, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán; región 5, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas; región 6, Aguascalientes, Coahuila, Jalisco y Nuevo León; y región 7, Distrito Federal.

Objetivos específicos.

- Especificar el gasto en energéticos (gasolina, diésel, gas L.P. gas natural y electricidad) por los hogares de México.
- Examinar la relación estadística del ingreso y el tamaño del hogar, con el gasto en energéticos, por los hogares de México.
- Estimar las emisiones de CO₂ por hogar a nivel nacional, por ámbito urbano/rural, por región, y por tipo de consumo de energía en México.
- Analizar las economías de escala en los hogares, y la generación per cápita de CO₂ en México y sus regiones.
- Explorar la relación entre la generación de CO₂ derivado del consumo en energéticos, por tamaño de hogar e ingreso, en las regiones de México.

Hipótesis.

Al analizar el consumo de energéticos (gasolinas, diésel, gas L.P., gas natural y energía eléctrica), y sus respectivas emisiones de CO₂ en los hogares de México, se espera que: A medida que disminuya el tamaño del hogar (número de habitantes), se incrementen las emisiones de CO₂ per cápita, y que el ingreso esté relacionado positivamente con el incremento de dichas emisiones.

La tesis está estructurada en cuatro capítulos, el primer capítulo hace una descripción general sobre el consumo energético y las emisiones de CO₂ en México, y presenta estudios empíricos realizados en materia de emisiones de CO₂. En un segundo capítulo se presenta la metodología con la cual se orientó la presente investigación, es decir, la forma en que se integró la base de datos, un estudio descriptivo de las variables de análisis y la estructura del

modelo empírico base. En el tercer capítulo, se revelan los resultados obtenidos en primer instancia para la contabilización de emisiones por entidad federativa, por región y por tipo de energético, entre otras; posteriormente, se manifiestan los resultados del modelo empírico y se discuten. En el cuarto capítulo se exteriorizan las conclusiones finales del análisis efectuado.

CAPÍTULO I. CONTEXTO ENERGÉTICO Y ESTUDIOS EMPÍRICOS DE EMISIONES DE CO₂.

El presente capítulo tiene como propósito exponer el panorama general de consumo energético y emisiones de CO₂ en México basado en informes oficiales, además, se reportan algunos estudios que contribuyen al análisis de la relación entre el gasto de los hogares en energía, las emisiones de CO₂, el ingreso y el tamaño del hogar.

Consumo energético final en México.

El consumo energético final total en México, con base en el Balance Nacional de Energía para el año 2016 se define como “la energía destinada a la combustión en los procesos y actividades económicas, así como la satisfacción de necesidades energéticas en la sociedad”. Este constituye el 58.0% del consumo nacional y 96.8% del consumo final y se desglosa en los siguientes sectores: transporte, el sector más intensivo en uso de energía con un 46.8%; industrial, 31.7%; el residencial, comercial y público que concentra el 18.1% del consumo energético; y el agropecuario con el 3.4% (SENER, 2017).

El consumo de energía en el sector residencial mexicano, para el año del 2016, fue de 756.61 petajoules, con respecto a 2015 representó un aumento del 0.2% (SENER, 2017). Este consumo energético de los hogares urbanos y rurales del país constituye el 9.37% del consumo energético final, e incluye solo el gas L.P., gas natural, electricidad, y leña, excluyendo el gasto en transporte (gasolinas y diésel); utilizándose para la iluminación, refrigeración, preparación de alimentos, calentamiento de agua, calefacción y planchado, según el Balance Nacional de Energía de 2016. Por su parte, el sector transporte representa el 41.3% del consumo energético final y engloba la energía empleada en los servicios de

transporte privado y público. Cabe aclarar que, utilizando el balance de energía, no es posible obtener el valor exacto del consumo energético final de los hogares debido a que dicho balance no hace la distinción del consumo energético para uso de transporte privado (hogares) o público.

Estudios empíricos de emisiones de CO₂.

A continuación, se presentan algunos estudios que abordan la relación entre el gasto por los hogares en energía, las emisiones de CO₂, el ingreso, el tamaño del hogar, el PIB y otras características sociodemográficas. Estos trabajos describen, entre otras cosas, los tipos de datos utilizados, los modelos, las técnicas, los tipos de análisis estadísticos, entre otros, tal y como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de revisión de literatura relativo a las variables de análisis.

Variable	Autores	Resumen
Tamaño de hogar	Pizer <i>et al.</i> (2010), Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016), Fremstad <i>et al.</i> (2018) Gill y Moeller (2018).	En familias pequeñas, se pierden oportunidades para compartir los gastos y, por lo tanto, se incrementan las emisiones de CO ₂ .
Intensidades de carbono	Li y Hewitt (2008), Shammin y Bullard (2009), Davis y Caldeira (2010), Underwood y Zahran (2015), Fremstad <i>et al.</i> (2018) y Gill y Moeller (2018).	Estiman la generación de CO ₂ con base en la magnitud del consumo doméstico, por rubro de gasto, y su impacto ambiental.
Ingreso	Shammin y Bullard (2009), Pizer <i>et al.</i> (2010), Chitnis <i>et al.</i> (2012), Duarte <i>et al.</i> (2012), Catalán (2014), Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016), Gill y Moeller (2018).	Un aumento de los ingresos es igual a mayor gasto, lo cual se refleja en mayores emisiones de CO ₂ .
Gastos en el hogar	Druckman y Jackson (2009), Shammin y Bullard (2009), Pizer <i>et al.</i> (2010), Chitnis <i>et al.</i> (2012), Duarte <i>et al.</i> (2012), Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016), Fremstad <i>et al.</i> (2018) y Gill y Moeller (2018).	Las emisiones de CO ₂ per cápita, pueden ser estimadas a través del gasto en bienes o servicios realizado en los hogares, para ello, las preferencias de los individuos son relevantes.
Edad	Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016) y Fremstad <i>et al.</i> (2018).	Los patrones de consumo son distintos en cada etapa de vida. Las necesidades de energía de los individuos varían con la edad.
Balanza de emisiones de CO ₂	Munksgaard y Pedersen (2001), Li y Hewitt (2008), Andersen <i>et al.</i> (2010) y Davis y Caldeira (2010).	El análisis del comercio internacional y el consumo permite medir impactos ambientales de un país a otro.

Variable	Autores	Resumen
Urbanización	Jiang y O'Neill (2004), Dodman (2009), Heinonen <i>et al.</i> (2013), Jones y Kammen (2014), Cruz Islas (2016), Fremstad <i>et al.</i> (2018) y Gill y Moeller (2018).	La densidad urbana favorece el intercambio de bienes intensivos en CO ₂ entre los hogares, lo cual disminuye las emisiones, semejante al intercambio de bienes en hogares entre varios integrantes.
Energía	Jiang y O'Neill (2004), Alarco Tosoni (2006), Auffhammer y Carson (2008), Zilio (2008), Druckman y Jackson (2009), Shammin y Bullard (2009), Davis y Caldeira (2010), Pizer <i>et al.</i> (2010), Catalán (2014), Solís Ávila y Sheinbaum Pardo (2016), Gutiérrez <i>et al.</i> (2016) y Gill y Moeller (2018).	Se cuantifican las emisiones de CO ₂ , provenientes claramente del uso directo de fuentes de energía (energía eléctrica y de combustibles fósiles).
Población	Auffhammer y Carson (2008), Davis y Caldeira (2010), Duarte <i>et al.</i> (2012), Underwood y Zahran (2015), Fremstad <i>et al.</i> (2018).	La tendencia hacia hogares más pequeños sugiere que se incrementan las emisiones de CO ₂ . En México los hogares crecen más que la población.
Número de automóviles	Solís Ávila y Sheinbaum Pardo (2016) y Gill y Moeller (2018).	Existe una relación positiva de esta variable con el ingreso y el tamaño de los hogares.
Transporte	Zilio (2008), Druckman y Jackson (2009), Andersen <i>et al.</i> (2010), Solís Ávila y Sheinbaum Pardo (2016), Fremstad <i>et al.</i> (2018).	Transporte privado se relaciona de forma positiva con el tamaño del hogar, el ingreso, y la posesión de automóvil.
PIB	Auffhammer y Carson (2008), Zilio (2008), Davis y Caldeira (2010), Catalán (2014), Gutiérrez <i>et al.</i> (2016).	Los países en vías de desarrollo tienen una relación creciente entre el PIB y sus emisiones, y los países desarrollados no muestran reducción en las emisiones per cápita, se mantienen constantes.
Economías de escala de los hogares	Underwood y Zahran (2015), Fremstad <i>et al.</i> (2018) y Gill y Moeller (2018).	La integración de hogares más pequeños deteriora las economías de escala relativas al consumo y las emisiones asociadas.

Fuente. Elaboración propia con base en la literatura revisada.

Entre otras cuestiones interesantes a resaltar de la Tabla 1, es posible observar como, mediante el uso de tablas de intensidad de carbono, es posible asociar el consumo de energía (directa o indirecta) con el gasto por los hogares y las emisiones de CO₂. Al respecto, Li y Hewitt (2008), Shammin y Bullard (2009), Davis y Caldeira (2010), Underwood y Zahran (2015), Fremstad *et al.* (2018) y Gill y Moeller (2018), estimaron las emisiones de CO₂ a nivel per cápita y a nivel hogar y por lo tanto, fue posible evaluar la magnitud del consumo doméstico al medio ambiente.

Lo anterior es relevante porque la unidad de análisis para esta investigación es el hogar, y una de las variables de mayor relevancia es justamente el tamaño del hogar. Esta variable ha sido utilizada por autores como Pizer *et al.* (2010), Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016), Fremstad *et al.* (2018) y Gill y Moeller (2018). Por ejemplo, Underwood y Zahran (2015), hacen hincapié en que a medida que disminuye el número de integrantes de una familia, se pierden oportunidades para compartir los gastos y, por lo tanto, incrementarse las emisiones de CO₂; coincidiendo con los resultados de Fremstad *et al.* (2018), quién señala que al agregar un miembro adicional a un hogar reduce las emisiones per cápita en aproximadamente un 6%, ambos estudios realizados para los Estados Unidos. Al vincular el tamaño de los hogares y el volumen de emisiones de CO₂ surge el concepto de las economías de escala en la generación de CO₂, concepto donde el tamaño del hogar juega un rol importante.

Así mismo, la importancia del ingreso de los hogares radica en que un aumento de los ingresos propicia mayor gasto, que se ve reflejado en mayores emisiones de CO₂. Algunos autores hacen estimaciones con esta variable a nivel hogar, y otros de forma per cápita (Shammin y Bullard, 2009; Pizer *et al.*, 2010; Chitnis *et al.*, 2012; Duarte *et al.*, 2012; Catalán, 2014; Underwood y Zahran, 2015; Cruz Islas, 2016; Gill y Moeller, 2018). Shammin y Bullard (2009), indagaron los patrones de gasto de los hogares de ingresos altos y bajos para los Estados Unidos, mientras que Underwood y Zahran (2015), analizan las emisiones de CO₂ por quintiles de ingreso relacionándolas con las economías de escala en los hogares. Encontraron que el aumento de los ingresos disminuye las economías de escala, y aumenta las emisiones de CO₂ a través de cambios en la composición de gastos hacia bienes y servicios más competitivos.

En efecto, las emisiones de carbono están relacionadas con los niveles de ingresos, pero no son exclusivas. Existen otros factores como el tipo de vivienda, la tenencia, la composición del hogar y la ubicación rural/urbana, elementos también relevantes en el análisis de las emisiones de CO₂ por los hogares, según lo demuestra una investigación realizada para Reino Unido por Druckman y Jackson (2009), cuyos resultados tienen similitudes con Satterthwaite (2008), Chitnis *et al.* (2012), Duarte *et al.* (2012), Cruz Islas (2016), y Ölander y Thogersen (1995) quienes al final asocian como causas principales de la degradación ambiental el estilo de vida y los patrones de consumo de las personas. (Ölander y Thogersen, 1995; citado en Cruz Islas, 2016).

Desde la perspectiva del consumo, las emisiones de CO₂ per cápita, pueden ser estimadas a través del gasto en bienes o servicios realizado por los individuos que conforman los hogares, consumo que va de la mano con las preferencias de los consumidores, su ciclo y estilo de vida. Fremstad *et al.* (2018), emplea la Encuesta de gastos del consumidor de Estados Unidos y encuentran que un aumento del 10% en el gasto familiar per cápita se asocia con un incremento del 7.2% en las emisiones per cápita. La misma encuesta es utilizada por Pizer *et al.* (2010) y Underwood y Zahran (2015). En dichos estudios se cubren 14 categorías amplias de gasto en el hogar, estas son: alimentos, bebidas alcohólicas, vivienda, vestimenta, transporte, atención médica, entretenimiento, cuidado personal, lectura, educación, productos de tabaco, contribuciones en efectivo, seguro personal y misceláneos. Por su parte, Gill y Moeller (2018), se basan en la Encuesta oficial alemana de ingresos y gastos (EVS) del 2013, encuesta que permite el desglose de los gastos totales del hogar en 44 categorías de bienes de consumo. Siguiendo esta misma lógica, para el caso de España, Duarte *et al.* (2012), obtuvo que “los niveles más altos de gasto no dan lugar a mayores intensidades de emisión

domésticas, a pesar de que el volumen de emisiones puede ser mayor”, coincidiendo en esta aseveración con lo encontrado por Underwood y Zahran (2015).

Se tiene entonces que la modelización del gasto y/o de las emisiones de GEI se basa no solo en análisis de precios e ingresos, sino también en factores exógenos no económicos, entendidos como elementos no observados difíciles de medir, como el progreso técnico, los cambios en los gustos y preferencias del consumidor, factores sociodemográficos, los elementos geográficos, y los estilos de vida (Chitnis *et al.* 2012).

Al respecto, un punto valioso en las características sociodemográficas del hogar es la edad de los miembros del hogar. Los patrones de consumo son distintos en cada etapa de vida, asimismo, las necesidades energéticas de cada individuo pueden variar (Cruz Islas, 2016; Fremstad *et al.*, 2018). Por ejemplo, en Estados Unidos, la contribución de carbono de los niños en los hogares con respecto a un adulto es igual a 0.61, es decir, un niño aporta tres quintas partes de un adulto en su participación a las emisiones del hogar, y la huella de carbono de una persona anciana representativa es superior a la de un adulto al medirla a través del total de gastos de cada uno de los individuos (Underwood y Zahran, 2015).

Dentro de la literatura, se desarrolla también un concepto de balanza comercial de CO₂, concepto que comprende la exploración del comercio internacional y las elecciones de los consumidores, y permite cuantificar los impactos ambientales que se transferieren de un país a otro, dilucidando posibles incrementos de GEI a nivel global (Munksgaard y Pedersen, 2001; Li y Hewitt, 2008; Andersen *et al.*, 2010; Davis y Caldeira, 2010).

Otro aspecto que ha sido examinado es la urbanización, asociada al concepto de densidad urbana, y que según Fremstad *et al.* (2018) “tiene el potencial de compensar la

presión al alza sobre las emisiones per cápita por la disminución del tamaño del hogar”, dado que, la densidad urbana al favorecer el intercambio de bienes intensivos en CO₂ entre los hogares disminuye las emisiones. Semejante al intercambio de bienes en hogares con varios integrantes, Gill y Moeller (2018) obtienen resultados afines, aunque Fremstad *et al.* (2018), obtiene resultados mixtos en lo correspondiente a economías urbanas en emisiones de CO₂. Así, otros estudios manifiestan que inclusive cuando la densidad urbana motiva menor uso de vehículos privados y consumo residencial de energía, los habitantes de las grandes ciudades (metrópolis) ocasionan mayores emisiones que los localizados en áreas menos densas (Heinonen *et al.*, 2013; Jones y Kammen, 2014).

Es común exagerar la contribución que realizan las ciudades en emisiones globales de GEI, y minimizar el aporte del sector agrícola, industrias pesadas, el proceso de deforestación, las centrales eléctricas, y los hogares rurales (Satterthwaite, 2008), pese a que en los inventarios de emisiones, las emisiones per cápita de muchas ciudades son inferiores a la media del país al que pertenecen. Por esta razón, al igual que Satterthwaite, Dodman (2009) sugiere generar un mecanismo alternativo para estimar las emisiones de manera que estas puedan ser atribuibles a los individuos. Su argumento es que las ciudades bien planificadas y administradas ayudan a mitigar el cambio climático.

Por otro lado, es claro que el uso de la energía y cualquier posible disminución de las emisiones está influenciado por las preferencias de los consumidores, y por las políticas relativas a la producción y consumo de energía (Auffhammer y Carson, 2008). Pero además, si bien el consumo de energía eléctrica y de combustibles fósiles se consideran fuentes directas de CO₂ (Gill y Moeller, 2018), con una intensidad de emisión superior al consumo de otros bienes (alimentos, educación, vestido, salud, etc.), existen desigualdades en el acceso

a estas fuentes de energía, donde el precio, el clima, el ingreso, el grado de urbanización, etc. juegan un papel relevante, originando disímiles niveles de emisión en distintas áreas geográficas (Jiang y O'Neill, 2004; Cruz Islas, 2016).

Ciertamente, el explorar los determinantes de las emisiones de CO₂ originadas por la actividad humana es todo un reto. Con la utilización de la identidad IPAT se intenta lograr un abordaje más sencillo. Por ejemplo, Zilio (2008) la utilizó para analizar Latinoamérica en el periodo 1982-2004, y concluyó que la eficiencia energética y las normas institucionales inciden en las emisiones. Gutiérrez *et al.* (2016), usando una variación del modelo IPAT, la ecuación de Kaya, intentó explicar los determinantes que impulsan la variación de las emisiones de CO₂, ocasionadas por el uso de combustibles en la industria manufacturera de San Luis Potosí de 2000-2012, y describir como la oscilación de la intensidad energética y variaciones el PIB per cápita, aportaron más en la variación de las emisiones del sector estudiado. Shammin y Bullard (2009), estudiaron la incidencia del aumento de los precios de los combustibles fósiles resultante de un impuesto sobre el carbono o de un número limitado de emisiones de carbono.

Respecto a los elementos del gasto de energía por los hogares y el transporte privado, estos se vinculan con el tamaño del hogar y la posesión de automóvil, y muestran variaciones en los ámbitos urbano rural, con sus respectivas variaciones en sus emisiones directas de GEI (Gill y Moeller, 2018). Por ejemplo, en las ciudades, el consumo de gasolina para la mayoría de los hogares en Alemania parece ser un "consumo de lujo", y en el campo puede ser un "bien necesario". Pero al final, ostentar un vehículo está articulado con mayores emisiones (Fremstad *et al.*, 2018).

Buscando modelar la relación entre las emisiones de CO₂ y el PIB per cápita, Catalán (2014) utilizó un conjunto de datos panel, para 144 países de 1990-2010, cuyos resultados describen una curva en forma de N, indicando que los beneficios que se puedan lograr, en cuanto a la disminución de emisiones, debido al crecimiento económico, son transitorias. Entonces, una política de fomento a la eficiencia energética y la protección de los recursos naturales, juegan un papel principal en el control de los impactos del crecimiento económico (Catalán, 2014). Siguiendo esta misma línea, Jardon *et al.* (2017) estudió las emisiones per cápita de CO₂ y su relación con el crecimiento económico, para 20 países de América Latina y el Caribe (1971-2011); este autor concluye que no se puede establecer una correspondencia de equilibrio a largo plazo entre las variables, es decir, refuta la existencia de una curva ambiental de Kutnez.

Además, la tendencia mundial hacia hogares más pequeños sugiere que se exacerban las emisiones de CO₂ (Underwood y Zahran, 2015; Fremstad *et al.*, 2018). En México, los hogares están creciendo más rápido que la población y el crecimiento de los hogares unipersonales presentan tasas con un promedio de 11.7% para el periodo de 1984 al 2016, según cálculos propios con base en la serie de datos extraídos de diferentes reportes de la ENIGH. Así mismo, el tamaño promedio de los hogares mexicanos decreció pasando de 5.1 a 3.67 habitantes, y el porcentaje de hogares unipersonales aumentó al pasar de 5.2% al 10.7% con respecto al total de hogares. Para Estados Unidos, durante el periodo de 1950 a 2010, Underwood y Zahran (2015) observaron una disminución del tamaño promedio de los hogares, y al mismo tiempo un rápido crecimiento del número de hogares respecto al tamaño de la población (72% más rápido). Por lo que, la tendencia de la conformación de hogares más pequeños debilita los intentos de reducir las emisiones de CO₂, pues deteriora las

economías de escala de los hogares relativas al consumo y las emisiones asociadas (Cruz Islas, 2016; Gill y Moeller, 2018). Además, esta cuestión se complica si se considera la aseveración de Jennings *et al.* (2004) quienes infieren que el hogar unipersonal será el tipo de hogar modal a nivel mundial.

Hasta aquí, y a manera de resumen, todos los estudios presentados indican el impacto que tienen sobre las emisiones de carbono en los hogares, los aspectos y las variables como: el consumo de energía, el ingreso disponible, la intensidad de emisión y los factores sociodemográficos tales como tamaño del hogar, la edad de los integrantes, etc. Destaca que la mayoría de la literatura revisada coincide con la relación negativa existente entre el tamaño del hogar con las emisiones de CO₂ y la relación positiva entre ingreso y dichas emisiones. Al final, es conveniente señalar un incremento en los gastos por los hogares propician aumentos en las emisiones, porque estos están relacionados con un mayor consumo de bienes y servicios, y por tanto pueden ser aplicados como factor de cálculo de dichas emisiones.

Generación de CO₂: Contexto mexicano.

Las emisiones de CO₂ a nivel nacional, en el 2015 se registraron 338,676.745 emisiones netas (Gg⁶ de CO₂e), lo cual representa una contribución de 63.35% al total de las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI)⁷, por lo que, se le considera el gas de efecto

⁶ Un gigagramo (Gg) equivale a mil toneladas.

⁷ Los datos fueron estimados con base en la tabla del INEGYCEI publicada en 2018. (<https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-mitigacion-del-cambio-climatico> . Consulta: 27 abril 2018.)

invernadero más importante, seguido por el 26.58% de metano (CH₄) y el 7.68% de óxido nitroso (N₂O).

En el 2006, Alarco Tosoni estimó las emisiones de CO₂ en México originadas por la combustión de energía fósil (2005-2030), pero no existe una buena aproximación de lo que contribuyen los hogares en la generación de CO₂ con respecto al total nacional. Esta se podría obtener si se considera el aporte del sector residencial (5.56%) y el autotransporte (46.28%), sin embargo, el inventario de emisiones no diferencia las contribuciones correspondientes al transporte privado (de los hogares) y transporte público, lo cual dificulta una estimación real de la contribución de los hogares.

En México no se cuenta con información completa respecto a las emisiones de los GEI, desagregada a nivel región o entidad federativa. Como ya se mencionó con anterioridad, existen datos reportados en el Balance Nacional de Energía 2016 y el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) 1990-2015, en una serie estimada para diferentes años, a nivel nacional y por sector económico. También existen, aunque de forma aislada, informes parciales y discontinuos de generación de los GEI, estos informes se centran en la fuente de emisión y se elaboraron desde el punto de vista de la producción, algunas entidades de la República Mexicana que cuentan con ellos son, Baja California, Chiapas, Estado de México, Distrito Federal, Nuevo León y Guanajuato⁸,

⁸ Para el caso de Coahuila, ver los inventarios de emisiones año base 2014, 2008 y 2005, del Estado de Coahuila de Zaragoza, actualizados en noviembre de 2017 en la URL: <http://www.sema.gob.mx/SGA-MONITOREO-EMISIONES2014.htm> . Para Nuevo León y Baja California revisar las publicaciones realizadas por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza en 2010, “Emisiones de gases de efecto invernadero en Nuevo León y proyecciones de casos de referencia 1990-2025” de la URL http://www.cocef.org/uploads/files/inventario_emisiones_gei_nuevo_leon_junio_2010.pdf y “Emisiones de

pese a su obligatoriedad de reportar, según Ley General de Cambio Climático (2018)⁹, conforme lo estipula en su artículo 8º, mediante el cual se conmina a los estados a tomar acciones de gestión al cambio climático. Una de estas acciones es justamente medir sus niveles de generación de GEI¹⁰. Pero a la fecha, no se ha identificado algún reporte o estudio que mida, de forma continua y consistente, la generación de los GEI para las distintas regiones y entidades del país, o que distinga entre las emisiones del ámbito rural o urbano, y tampoco se han analizado las emisiones de CO₂ por parte de los hogares de México.

Para México, uno de los pocos estudios que analizan las emisiones de CO₂ a nivel hogar es el realizado para el Distrito Federal, el cual utilizó la ENIGH del año 2008 (cuyos resultados son representativos tanto a escala nacional como para los ámbitos rural y urbano y la muestra ampliada es representativa para el Distrito Federal), en dicho estudio se

gases de efecto invernadero en Baja California y proyecciones de casos de referencia 1990-2025” de la URL http://www.cocef.org/uploads/files/inventario_emisiones_gei_baja_california_junio_2010.pdf
La información de los inventarios de emisiones del estado de México para 2006 y 2010, pueden consultarse en http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_inv_emi_atm_edomex2006.pdf y <http://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Investigacionescientificas/EDOMEX-2010-Criterio.pdf> respectivamente. Los inventarios de emisiones de GEI del Distrito Federal y de la zona metropolitana de México se encuentran en la URL siguiente, <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6BhnmI=&dc=Zg==> . En el caso del estado de Guanajuato para 2005 ver la URL http://coclima.guanajuato.gob.mx/archivos/file/inventario_emisiones_2005.pdf y para el estado de Chiapas el inventadrio de GEI se localiza en http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/paccch/inventario_estatal_gei_chiapas.pdf .Todas las consultas fueron realizadas el 20 de agosto de 2018.

⁹ Que tiene por objeto conforme su artículo 2º “*garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero*”, “*regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma*”, entre otros(Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión 2018).

¹⁰ Artículo 8º, fracción XII de dicha Ley que a la letra dice “*Elaborar e integrar, en colaboración con el INECC, la información de las categorías de fuentes emisoras de su jurisdicción, para su incorporación al Inventario Nacional de Emisiones y en su caso, integrar el inventario estatal de emisiones, conforme a los criterios e indicadores elaborados por la federación en la materia*”(Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión 2018).

demuestra cómo se genera un mayor volumen de emisiones en los hogares unipersonales, respecto de los hogares nucleares o de corresidentes, y señala la importancia de realizar un análisis de la emisión de los GEI a escala nacional para los hogares de México (Cruz Islas, 2016).

Al estimar las emisiones de CO₂, se espera sea posible modelar y proponer pautas para analizar los determinantes de emisiones de CO₂ a nivel hogar, esto permitirá dar elementos que apoyen en la formulación de recomendaciones para disminuir los niveles de CO₂, en específico, políticas públicas orientadas a los hogares de México.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.

Esta sección presenta los datos, el modelo empírico planteado para el trabajo y la teoría microeconómica que respalda el análisis. Para mayor claridad, se hace una descripción general de la base de datos y se relata el proceso de conversión de gasto a emisiones de CO₂, después se presenta la estadística descriptiva de las variables, un análisis donde se incluyen gráficas para mostrar algunas tendencias. En la parte del modelo empírico se establece la relación básica, la cual considera que, para cada hogar, como unidad de análisis, existe una correspondencia directa entre el consumo de energéticos (gasolinas, diésel, gas natural y L.P. y energía eléctrica), la generación de CO₂, el ingreso, y el tamaño del hogar principalmente, según el planteamiento presentado en la hipótesis. Para lograr mejor descripción del fenómeno a analizar, el modelo aborda el ámbito rural-urbano y el ámbito regional.

Modelo teórico.

La demanda individual puede entenderse como la cantidad de un bien o servicio que una persona desea adquirir en un periodo determinado y depende del precio del satisfactor, del ingreso monetario de la persona, del precio de otros satisfactores y de los gustos de la persona (Salvatore, 2009). Una persona adquiere un producto específico por la satisfacción o utilidad que consigue al consumirlo, y “el objetivo de un consumidor racional es maximizar la utilidad total o la satisfacción derivada del gasto de su ingreso” (Salvatore, 2009).

En el modelo de elección del consumidor, según Varian (2010), las personas seleccionan la cesta que les parece mejor y que pueden adquirir, es decir, “eligen la cesta que prefieren de su conjunto presupuestario”, y “prefieren” un satisfactor, cuando son capaces de manifestar que “A es preferible a B”. Para llegar a dicha aseveración, los individuos

reflexionan todos los elementos o escenarios posibles, llegando a la conclusión de que es mejor una situación a otra (Nicholson, 2008).

Como indican los axiomas de la elección racional, las preferencias son: completas, esto significa que los individuos siempre son capaces de decidir en dos o más situaciones, no hay indecisión; transitivas, las elecciones internas de un individuo son consistentes; y continuas, si un consumidor afirma que “A es preferible a B”, por lo tanto, bienes o servicios que se “aproximan” a A también serán preferibles a B (Nicholson, 2008). Lo anterior, permite concluir que, las personas tienen la capacidad de priorizar o clasificar todas las situaciones posibles, ordenando de la menos a la más deseable.

Se presenta entonces el problema dual de la maximización de la utilidad que como Nicholson (2008) señala, trata de distribuir los ingresos de tal modo que los individuos logren un determinado nivel de utilidad con el gasto mínimo. La formulación matemática del problema dual de la minimización del gasto (E) del individuo consiste en elegir x_1, x_2, \dots, x_n bienes, con los respectivos precios p, p_2, \dots, p_n según la Ecuación (1) y (2)

$$E = p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$\text{s.r. } \bar{U} = U(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \text{Ecuación (2)}$$

La cantidad óptima resultante se restringe a un nivel de utilidad (U). Si los precios varían o si el consumidor tiene otro objetivo de utilidad, entonces otra cesta de consumo será la óptima (Nicholson, 2008). Así, “*La función de gasto del individuo muestra el gasto mínimo necesario para alcanzar un determinado nivel de utilidad dado un conjunto de precios*”

Ecuación (3), donde la función de gasto y la función de la utilidad indirecta son funciones inversas, y ambas dependen de los precios de mercado (Nicholson, 2008).

$$\text{gasto mínimo} = U(p_1, p_2, \dots, p_n, U) \quad \text{Ecuación (3)}$$

Aunque en la realidad, por lo general no se tienen datos a nivel detalle acerca de las elecciones de consumo de cada individuo, sino de grupos de personas (familias, menores de edad, mujeres, clase media, hogares unipersonales, etc.). En los distintos grupos de análisis existen diferentes preferencias, por la forma en que destinan su gasto de consumo en variados bienes (Varian, 2010: 86). Es a través de sus pautas de consumo (gasto) que es posible estimar la demanda respecto a bienes específicos, es decir, realizar una aproximación de las preferencias de cada segmento de la población que se desee investigar.

Para efectos del presente trabajo se analiza el consumo energético por los hogares (demanda). La base es la teoría microeconómica focalizada en el gasto en energía, de la cual se desprende un análisis básico, y se deriva otra variable de interés como son las emisiones de CO₂, pero sin realizar un seguimiento estricto de la función de gasto. Los lineamientos del análisis del gasto son generales, obedeciendo a la lógica del consumo de los hogares (unidad de análisis), a los trabajos previos, y al sentido común para lograr un modelo que relaciona el consumo (o generación de emisiones) con distintas variables de interés como el ingreso, el tamaño del hogar y con otras variables de control. Más que analizar el gasto, se analiza la relación del gasto con variables vinculadas con el consumo energético, y con las preferencias de los consumidores/hogares.

Datos.

La base de datos se forma a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), utilizando las tablas de CONCENTRADOHOGAR, GASTOSHOGAR, GASTOSPERSONA y HOGARES (INEGI 2017b), además de seleccionar las variables para cada hogar (la unidad de observación), en cada entidad federativa y codificándolas según el ámbito rural-urbano y por región de acuerdo la clasificación de las siete regiones del INEGI.

Esta base de datos consta de 70,311 hogares (observaciones), las cuales son estadísticamente representativas a nivel entidad federativa y para los ámbitos rural y urbano de cada estado (INEGI 2017a). Con los factores de expansión¹¹ es posible hacer inferencia en los 33,462,598 hogares de México. Esta encuesta, además de ser la más grande en su tipo, mucho mayor que las versiones anteriores de la misma ENIGH (en el 2014, por ejemplo, reporta solo 19,479 observaciones) tiene la ventaja de que incorpora las recomendaciones del grupo de Canberra y ahora el ingreso reportado puede ser utilizado como un proxy confiable del ingreso que realmente reciben los hogares en México (Huesca y López 2016).¹²

¹¹ Este “constituye el peso que se le da a cada unidad muestral para generalizar los resultados de la muestra a la población” y representan a otros hogares con condiciones socioeconómicas similares (INEGI 2017b).

¹² Existen otras encuestas como la ENGASTO o la ENNViH, las cuales no obstante tienen representatividad a nivel entidad federativa y ámbitos urbano-rural, no tienen el mismo tamaño que la ENIGH 2016 ni la bondad de incluir las recomendaciones de Canberra para medir el ingreso y las pautas sobre las estadísticas de distribución de ingresos (ver Canberra Group. 2001. Expert Group on Household Income Statistics: Final Report and Recommendations. Ottawa. URL http://www.lisdatacenter.org/wp-content/uploads/canberra_report.pdf fecha de consulta 20 de agosto de 2018). Además, la ENGASTO al medir el gasto de la energía se centra en el consumo dentro del hogar, sin un desglose tan pormenorizado por combustible, y su versión más reciente data del año 2013. Respecto a la ENNViH, aunque tiene la ventaja de que es un panel, con 5 datos en el tiempo, su desglose no abarca el consumo de combustibles de forma tan detallada y al parecer ha quedado discontinuada dada la dificultad en conseguir dicha base de datos. Existen además otras dos bases de datos también representativas a nivel estado, pero orientadas a otros fines. La Encuesta Nacional de Vivienda (ENVI 2014) que solo colecta datos de construcción y adquisición de viviendas; y la Encuesta Nacional de los Hogares la cual colecta datos en temas de salud y bienestar.

La regionalización que se utiliza en este estudio son las 7 regiones socioeconómicas según el INEGI, la cual considera un resumen comparativo de las entidades federativas, los municipios y las áreas geoestadísticas básicas, con base en las condiciones económicas y sociales (aspectos de bienestar: educación, empleo, ocupación, vivienda y salud) que caracterizan a la población a lo largo y ancho del territorio nacional. Dicha regionalización se justifica porque en este documento se examinan variables derivadas del gasto, así como, su relación con el ingreso y tamaño del hogar, por ello, es importante agrupar a los estados que tienen características socioeconómicas idénticas, para aminorar el sesgo en la información obtenida derivado de la heterogeneidad de las entidades federativas.

Las 7 regiones socioeconómicas de México según el INEGI se muestran en el Mapa 1 y Tabla 2. La distribución regional de la población (122'254,947.5 personas a nivel nacional) y de los hogares se puede ver en la Tabla 2, así como, el PIB per cápita¹³ de cada región y a nivel nacional. Un cuarto de la población del país se localiza en la región 4, seguida de la región 2 (19%); la estructura para la distribución de los hogares es muy similar ; y para el PIB per cápita, la región 7, 6 y 5 tienen valores superiores al valor obtenido a nivel nacional. En cuanto a la numeración de las regiones, la región 1 se asocia con la situación socioeconómica menos favorable, por el contrario, la región 7 comprende a las unidades que presentan la mejor situación relativa (INEGI, 2018).

¹³ El PIB per cápita es una estimación propia, con base en datos de: INEGI, PIB - Entidad Federativa, anual, a precios corrientes para el año 2016, de la URL:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx> . Fecha de consulta: 20 de agosto de 2018; y del Consejo Nacional de Población (CONAPO), Proyecciones de la Población 2010-2050 / Datos de Proyecciones/ Proyecciones de Población Nacional y Entidad Federativas, de la URL:

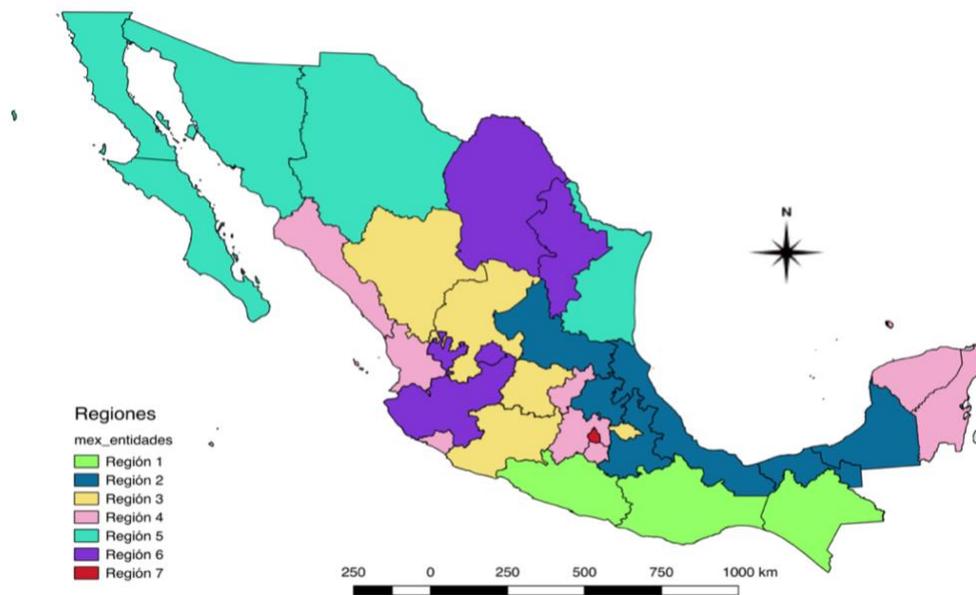
http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos . Fecha de consulta: 20 de agosto de 2018.

Tabla 2. Regiones socioeconómicas de México: población, número de hogares y PIB per cápita.

Región	Estados	% Población	% Hogares	PIB per cápita (pesos Mx)
R1	Chiapas, Guerrero y Oaxaca	11%	10%	67,773.18
R2	Campeche, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz	19%	19%	131,583.20
R3	Durango, Guanajuato, Michoacán, Tlaxcala y Zacatecas	12%	12%	118,277.34
R4	Colima, México, Morelos, Nayarit, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán	24%	24%	120,629.44
R5	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas	12%	13%	181,329.87
R6	Aguascalientes, Coahuila, Jalisco y Nuevo León	14%	14%	210,614.49
R7	Distrito Federal	7%	8%	359,978.74
Total Nacional		122'254,947.5 habitantes	33'462,598 hogares	154,257.47

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, CONAPO y ENIGH 2016.

Mapa 1. Regiones socioeconómicas de México, conforme INEGI.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI.

Las variables clave son el gasto en gasolina (G_g), el gasto en diésel (G_d), el gasto en gas L.P. (G_{LP}), el gasto en gas natural (G_{gn}) y el gasto en energía eléctrica (G_e) que realizan los hogares. A partir del gasto se estima la cantidad de energía consumida por el hogar (ver Ecuación 1), y luego se estima la generación de CO₂ derivado del consumo de cada energético. Lo que se estimó primero fue la cantidad de consumida por hogar, despejando la cantidad al dividir el gasto del energético sobre su respectivo precio, según se presenta en la Ecuación (4),

$$Q_{ij} = G_{ij}/P_j \quad \text{Ecuación (4)}$$

donde Q_{ij} representa la cantidad consumida del j -ésimo energético (j : gm para gasolina magna, gp para gasolina premium, d para diésel, lp para gas L.P., gn para gas natural, y e para energía eléctrica) por el i -ésimo hogar. G_{ij} es la cantidad gastada en el j -ésimo energético por el i -ésimo hogar, y P_j es el precio del j -ésimo energético. El precio de cada energético se obtiene del Anuario Estadístico de PEMEX (2016), indicadores petroleros a enero de 2018¹⁴, Balance Nacional de Energía (2016), y del Sistema de Información Energética (SIE) con información de CFE¹⁵, el cual reporta los precios al público por mes de los combustibles que se comercializan en el país. Para una consideración más precisa, se toma el precio promedio durante el periodo que fue levantada la ENIGH 2016: Agosto-noviembre del 2016. La Tabla 3 muestra los precios utilizados en este estudio:

¹⁴ Precio al público de productos petrolíferos, fecha de consulta 22 de febrero de 2018 en la siguiente URL: <http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Paginas/IndicadoresPetroleros.aspx>

¹⁵ Para el gas natural se usó la información de Balance Nacional de Energía 2016, para el sector residencial, pág. 46 y se convirtió de pesos/Gigajoules a pesos/m³; y el precio promedio de la energía eléctrica se tomó de los precios medios de energía eléctrica por sector tarifario, el correspondiente al sector residencial, de la URL: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=applyOptions> . Fecha de consulta: 17 mayo 2018.

Tabla 3. Precios de promedio de energéticos (pesos mexicanos).

Magna (Lt)	Premium (Lt)	Diésel (Lt)	Gas LP (Kg)	Gas Natural (m ³)	Electricidad (kilowatts-hora)
13.98	14.81	14.42	13.77	6.29	1.10

Fuente: Elaboración propia con base en datos de PEMEX, Secretaría de energía (SENER) y SIE para el año 2016.

Posteriormente, para obtener la generación de CO₂ en kilos, por litro consumido del *j*-ésimo energético, en el *i*-ésimo hogar, se utiliza la Ecuación (5) donde se multiplica la cantidad consumida por su correspondiente factor de emisión de carbono (FE_j).

$$CO2_{ij} = Q_{ij} * FE_j \quad \text{Ecuación (5)}$$

Para la Ecuación (5), los factores de emisión se obtienen del informe técnico “Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México” documento elaborado por el Instituto Mexicano del Petróleo, para el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2014)¹⁶ y del Aviso para el reporte del Registro Nacional de Emisiones (2016)¹⁷. Vale mencionar que el factor de emisión de carbono es una unidad física presentada en kilo (kg) de carbón por litro (L_j), kilo (kg), metro cúbico (m³) o kilowatts-hora (kWh) consumido del *j*-ésimo energético (kgCO₂/L_j). Para gasolinas y diésel, la unidad física de consumo son litros, para el gas L.P. la unidad se presenta en kilos, el gas natural en m³, y la electricidad en kilowatts-hora. Dicho

¹⁶ Ver páginas 13 a 26 de esta publicación (INECC, 2014).

¹⁷ Se emplea el factor de emisión para el año 2015 publicado el 23 de junio de 2016 en la siguiente URL: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/cicc/aviso_factor_de_emision_electrico_2015.pdf Fecha de consulta: 2 mayo de 2018, puesto que el 1 de junio de 2017 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) emite otro aviso donde indica el factor de emisión a utilizar en 2016 como se puede corroborar en la siguiente dirección: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/228752/AVISO_Factor_de_Emision_electrico_COA2016.pdf

factor de emisión presenta más o menos las mismas equivalencias al utilizado en otros países como EUA, España, Colombia, tal y como se pudo constatar en una búsqueda de los diferentes factores de los que se dispone para cada contexto o país. Los resultados de dicha búsqueda se presentan en el Anexo 1 en la Tabla A1.1. Y los factores de emisión utilizados para esta investigación se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores de emisión de CO₂ por tipo de energético.

Magna KgCO ₂ /Lt	Premium KgCO ₂ /Lt	Diésel KgCO ₂ /Lt	Gas LP KgCO ₂ /Kg	Gas Nat. KgCO ₂ /m ³	Electricidad KgCO ₂ /kilowatts- hora
2.341	2.294	2.562	3.003	2.268	0.458

Fuente. Elaboración propia con base en datos el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) y SEMARNAT (2016).

Es necesario reiterar que las emisiones de CO₂ se obtienen a través de la ecuación 4 y 5, es decir, son resultado de una transformación que se realizó al gasto en energéticos, y es un procedimiento estándar utilizado en otros estudios y situaciones, pero no ha sido utilizado con anterioridad para estimar la cantidad de emisiones de CO₂ que generan en México. Por esta razón, estos datos son un resultado novedoso y relevante, y no obstante que forman parte de la base de datos, se presentan en la sección de resultados.

Respecto a la generación de las variables independientes, es decir, el ingreso del hogar, el tamaño del hogar (número de habitantes), posesión de vehículo, etc., todas ellas se toman de la ENIGH 2016, después de codificar y desglosar para cada hogar en cada entidad federativa y para cada ámbito: rural y urbano. A continuación se presenta un análisis descriptivo general de estas variables.

Las variables relativas al gasto en el hogar, ingreso y tamaño de hogar se presentan en la Tabla 5. El ingreso representa la suma de los ingresos por trabajo, los provenientes de

rentas, de transferencias, de estimación del alquiler y de otros ingresos. En promedio, un hogar tiene 46,520.63 pesos de ingreso trimestral, y por el valor de la desviación estándar (230,662.2) se puede inferir una amplia dispersión en los datos. El gasto trimestral posee una media de 25,162.18 pesos, e indica el gasto total realizado en el hogar trimestralmente. Se muestran también los gastos en los que se incurrieron por tipo de energético (diésel, gas L.P., gasolina magna y premium, gas natural y energía eléctrica), y para calcular el promedio de consumo solo se consideran los hogares que efectúan el gasto en energéticos. La desviación estándar que presenta el gasto da idea de la dispersión de los datos (ver Tabla 5). En general, se tiene que: el 37% del total de hogares consume gasolina magna con un promedio de gasto de 3,503 pesos, el 5.3% de hogares consume gasolina premium y su gasto promedio es de 4,682 pesos, el 0.5% consume diésel con un gasto promedio de 1,827 pesos, el 50.2% del total de hogares gasta en gas L.P. en promedio 977 pesos, el 8.6% utiliza gas natural y su gasto promedio es de 758 pesos, y por último, el 88.4% del total de los hogares consume energía eléctrica con un gasto promedio de 634 pesos.

La variable tamaño de hogar se conforma por los hogares unipersonales, los de 2 a 4 personas, y los hogares de 5 o más integrantes, los cuales representan 10.67%, 61.07% y 28.26% respectivamente, del total de hogares analizados. El tamaño promedio de los hogares en el país es de 3.67 habitantes. Con el coeficiente de variación (C.V.) y con la desviación estándar (D.E.) se puede inferir qué tanta variación tienen los valores con respecto a su media o cuál es la dispersión, es decir, quién tiene el una desviación estándar y un coeficiente de variación más grande, posee una dispersión relativa mayor, los datos por tanto, son más dispersos (Monroy Saldívar, 2008:104-105).

Tabla 5. México: Estadística descriptiva del gasto, ingreso y tamaño de hogar, 2016.

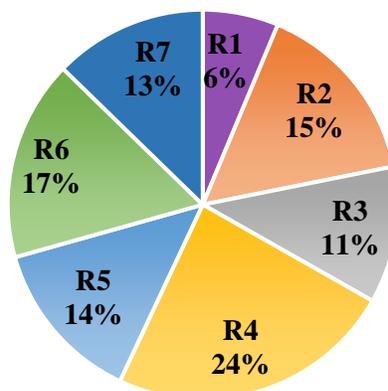
Variable	Obs.	Peso	Media	D.E.	Mín.	Máx.	C.V.
Gasto trimestral	70,311	33,462,598	25,162.2	26,321.9	0.0	838,042.6	105%
Gasto diésel (trimestral)	454	166,000	1,827.5	3,091.0	14.5	34,838.7	169%
Gasto en gas LP (trimestral)	33,821	16,793,399	976.9	602.8	58.1	19,741.9	62%
Gasto en gas natural (trimestral)	4,468	2,894,201	758.1	622.0	2.5	12,000.0	82%
Gasto en energía eléctrica (trimestral)	62,468	29,570,533	634.2	950.5	3.0	36,000.0	150%
Gasto en Gasolina magna (trimestral)	28,242	12,372,549	3,503.7	3,126.5	42.0	69,677.4	89%
Gasto en gasolina premium (trimestral)	3,471	1,763,458	4,682.5	4,214.7	87.1	60,264.0	90%
Ingreso corriente trimestral	70,311	33,462,598	46,520.6	230,662.2	0.0	35,800,000.0	496%
Tamaño de hogar	70,311	33,462,598	3.7	1.8	1.0	21.0	50%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

*Nota: Obs. representa los hogares de la muestra; el peso hace referencia a los hogares que se pueden inferir al considerar los factores de expansión correspondientes; y la desviación estándar es D.E.

El gasto trimestral total de los hogares en México equivale a 842,000 millones de pesos (mdp), cuya distribución se señala en la Gráfica 1. La región 4 presenta mayores gastos, seguida por las regiones 6 y 2. Mientras que el gasto que cada región destina al consumo de energía (diésel, gas L.P., gasolina magna y premium, gas natural y electricidad) respecto al gasto total, se descompone de la siguiente manera: Región 1, 7%; región 2, 9%; región 3, 10%; región 4, 11%; región 5, 16%; región 6, 12%; región 7, 7%. El gasto total por consumo de energía asciende a 89,277.5 mdp, que es el 11% del total de los gastos de los hogares a nivel nacional.

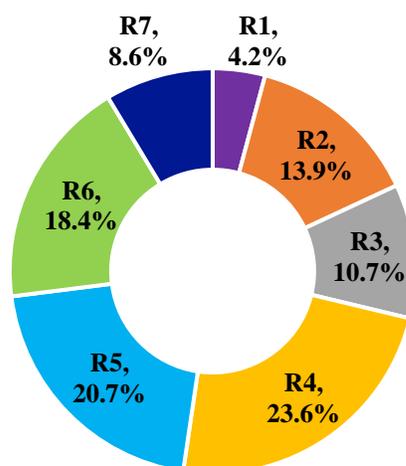
Gráfica 1. México: Gasto trimestral total por región, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

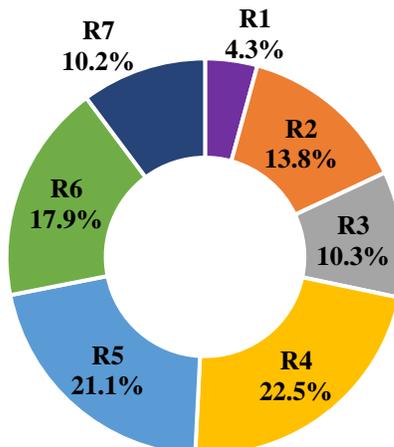
Un análisis a detalle del consumo energético presenta la descomposición regional (Gráfica 2), donde la región 4 y 5 tienen mayor porcentaje en el agregado de gasto en energéticos. El consumo per cápita se muestra en la Gráfica 3, el cual presenta un comportamiento similar al de la Gráfica 2.

Gráfica 2. México: Gasto energético por región, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

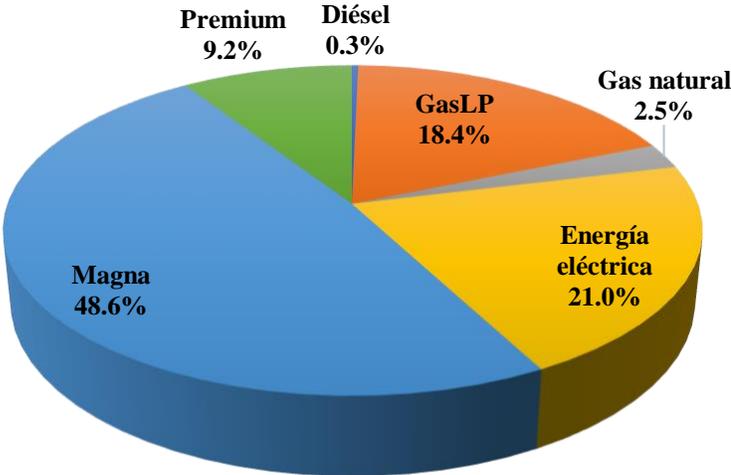
Gráfica 3. México: Gasto energético per cápita por región, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

La Gráfica 4, indica el consumo por tipo de energético, en donde sobresale el gasto en gasolina magna (48.58%), energía eléctrica (21.01%) y gas L.P. (18.38%).

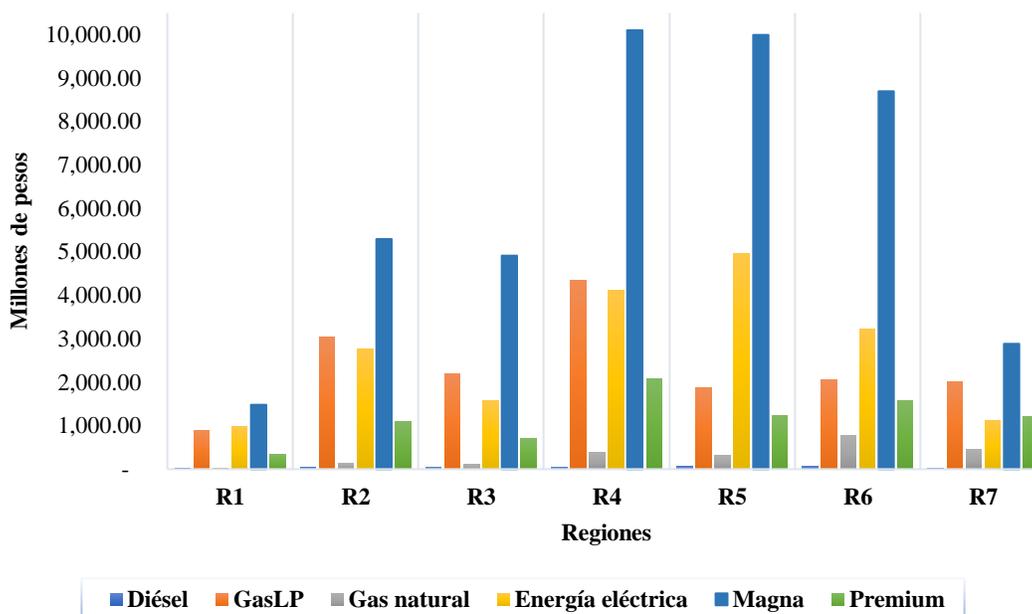
Gráfica 4. México: Gasto de los hogares por tipo de energético, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

El contraste de consumo por región y por tipo de energético se visualiza en la Gráfica 5, donde la gasolina magna presenta el mayor consumo en cada una de las regiones; sin embargo, se pueden ver diferencias regionales en el consumo de energía eléctrica y gas L.P., las regiones 2, 3, 4 y 7 presentan el mayor gasto en gas L.P. por una diferencia mínima, y las regiones 1, 5 y 6 tienen mayor consumo de energía eléctrica.

Gráfica 5. México: Gasto por región y tipo de energético, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016.

Las emisiones en kgCO₂ por hogar se generaron por tipo de energético, ámbito y región (ver Tablas A1.2 y A1.3). El promedio (653 KgCO₂) considera solo a los hogares que consumieron los 6 tipos energéticos aquí analizados (Tabla 6)¹⁸.

Tabla 6. México: Emisiones de CO₂ en los hogares por tipo de energético, ámbito y región, 2016.

Variable	Obs.	Peso	Media	D.E.	Mín.	Máx.	C.V.
Total emisiones en KgCO ₂ en los hogares de México por consumo de energéticos	66,764	31,817,335	653	758	2	16,001	116%
Emisiones de CO ₂ por tipo de energético.							
Emisiones de CO ₂ por gasolina magna	28,242	12,372,549	587	524	7	11,668	89%
Emisiones de CO ₂ por gasolina premium	3,471	1,763,458	725	653	13	9,335	90%

¹⁸ Las emisiones promedio (KgCO₂) considerando todos los hogares de México (33'462,598), es decir, los que emiten y los que no, son: Total: 620.7, por gasolina magna: 216.9, por gasolina premium: 38.2, por diésel: 1.6, por gas L.P.: 106.9, por gas natural: 23.6. y por energía eléctrica: 233.3. Las demás emisiones son: Rurales: 350, Urbanas: 695.5, Región 1: 269.5, Región 2: 460.6, Región 3: 530.2, Región 4: 603, Región 5: 1045.3, Región 6: 801.3, y Región 7: 636.5.

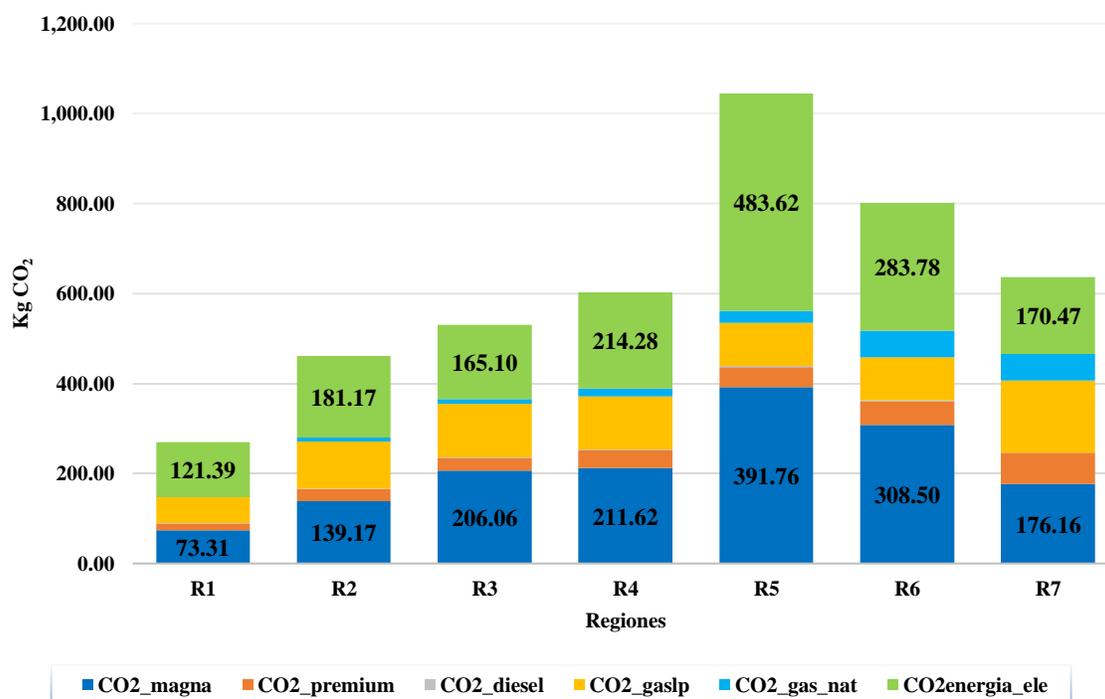
Variable	Obs.	Peso	Media	D.E.	Mín.	Máx.	C.V.
Emisiones de CO ₂ por diésel	454	166,000	325	549	3	6,190	169%
Emisiones de CO ₂ por gas LP	33,821	16,793,399	213	131	13	4,305	62%
Emisiones de CO ₂ por gas natural	4,468	2,894,201	273	224	1	4,327	82%
Emisiones de CO ₂ por energía eléctrica	62,468	29,570,533	264	396	1	14,989	150%
Emisiones de CO ₂ por ámbito.							
Emisiones de CO ₂ rurales	23,655	6,614,772	384	489	2	12,911	128%
Emisiones de CO ₂ urbanas	43,109	25,202,563	723	800	2	16,001	111%
Emisiones de CO ₂ por región.							
Emisiones de CO ₂ en la Región 1	4,921	3,071,198	297	400	2	7,796	134%
Emisiones de CO ₂ en la Región 2	10,030	5,948,265	493	589	3	8,328	119%
Emisiones de CO ₂ en la Región 3	9,614	3,865,231	547	585	4	6,978	107%
Emisiones de CO ₂ en la Región 4	17,822	7,595,408	634	696	2	11,216	110%
Emisiones de CO ₂ en la Región 5	12,432	4,150,996	1,077	1,068	5	16,001	99%
Emisiones de CO ₂ en la Región 6	10,271	4,542,459	832	863	4	13,184	104%
Emisiones de CO ₂ en la Región 7	1,674	2,643,778	658	658	4	5,425	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: La tabla presenta promedios solo de hogares que emiten emisiones de CO₂.

Es importante observar como este promedio es mayor en los hogares urbanos, y que las regiones 5, 6 y 7 son superiores a la media nacional (ver Tabla 6 y Gráfica 6). Si se considera el promedio por tipo de energético, en todos los 33'462,598 hogares (nacional), el que origina mayores emisiones es la energía eléctrica; pero si se consideran únicamente los hogares que consumen y generan emisiones (ver Tabla 6), el energético que causa más emisiones por hogar es la gasolina magna. Por regiones, la región 5 genera más del doble que la mayoría de las otras regiones. Las emisiones por diésel tienen la mayor dispersión.

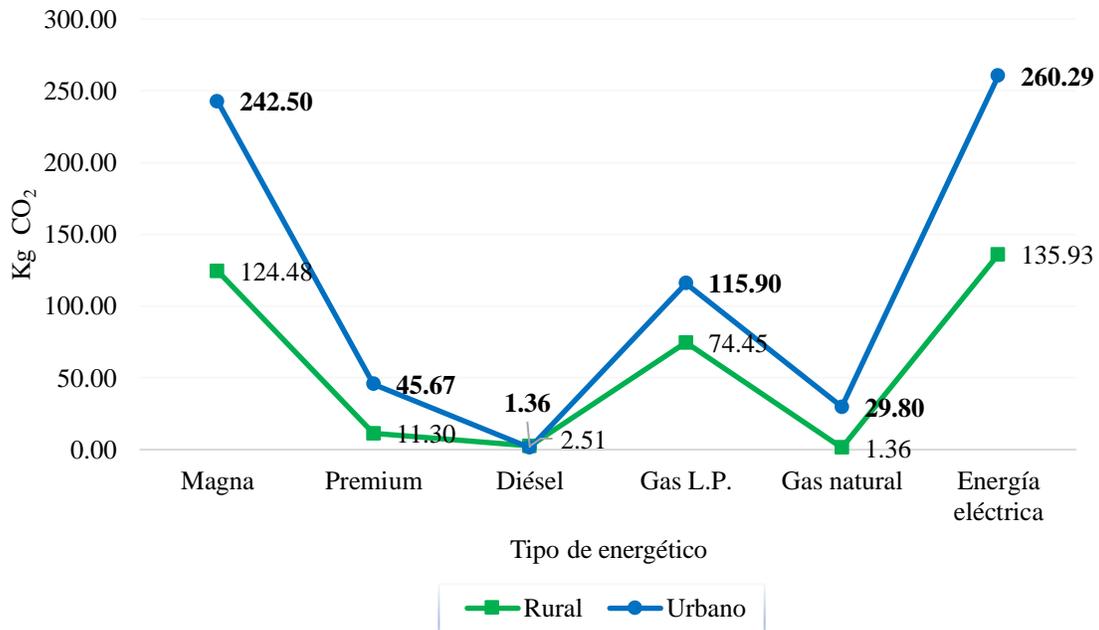
Gráfica 6. México: Emisiones promedio de CO₂ por hogar, por región y por tipo de energético, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.
 *Nota: La gráfica presenta promedios considerando todos los hogares de la base de datos.

En lo que concierne al ámbito rural y urbano, en la Gráfica 7 se presentan los dos ámbitos, cada uno con sus emisiones promedio por tipo de energético. Así, las emisiones de CO₂ por hogar son mayores en el ámbito urbano para cada tipo de energético, excepto para el diésel el cual es ligeramente mayor para el ámbito rural. El 78% de los hogares se ubican en el ámbito urbano.

Gráfica 7. México: Emisiones promedio por hogar, por tipo de energético, para el ámbito rural y urbano, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: La tabla presenta promedios considerando todos los hogares de la base de datos.

Modelo empírico.

El modelo empírico especifica una relación entre la generación del CO₂, producto de la transformación del gasto por los hogares en energéticos (ver Ecuaciones 4 y 5), con ciertas características de los hogares vinculadas al consumo de energéticos. Se busca un enfoque especial en el tamaño del hogar (número de integrantes) y el ingreso, principalmente; con resultados a escala nacional y regional, y en los ámbitos rural y urbano.

Para analizar la generación de CO₂ por los hogares de México, se utiliza una especificación log-log (Ecuación 6), para datos de corte transversal para el año 2016

$$lCO_{2pcir} = \alpha_{ir} + \beta_{ir}lY_{ir} + \gamma_{ir}TH_{ir} + \delta_{ir}ur_{ir} + \varepsilon_{ir}lGT_{ir} + \theta_{ir}veh_{ir} + \lambda_{ir}refri_{ir} + \tau_{ir}estu_{ir} + \varphi_{ir}vent_{ir} + \mu_{ir}$$

Ecuación (6)

...donde, lCO_{2pcir} representa el logaritmo natural de la cantidad total de CO₂ per cápita generada por el i-ésimo hogar (i= 1, 2, ..., 70311) en la r-ésima región. De este modelo se obtienen un resultado a nivel nacional (r = 0) y otro para el nivel regional (r = 1, 2,...,7). La variable lY_{ir} representa el logaritmo natural del ingreso del i-ésimo hogar, que consume en la r-ésima región. TH_{ir} corresponde al tamaño del hogar, el número de personas que integran el i-ésimo hogar en la r-ésima región. lGT_{ir} es el logaritmo natural del gasto en transporte público. Además, el modelo tiene algunas variables dicotómicas como: ur_{ir} que representa el ámbito urbano-rural del i-ésimo hogar, que consume en la r-ésima región, la cual toma el valor de 1 para urbano y 0 para rural; veh_{ir} representa a los hogares que cuentan con vehículo privado (1= hogares con vehículo, 0= hogares sin vehículo); $refri_{ir}$ contiene hogares con refrigerador y sin refrigerador (1 y 0 respectivamente); $estu_{ir}$, contiene a los hogares que cuentan con estufa (valor de 1) y sin estufa (valor de 0); y $vent_{ir}$ representa a los hogares que tienen o no un ventilador (1 y 0 respectivamente). Los coeficientes por estimar son $\alpha_{ijr}, \beta_{ijr}, \gamma_{ijr}, \delta_{ir}, \varepsilon_{ir}, \theta_{ir}, \lambda_{ir}, \tau_{ir}, \varphi_{ir}$ y finalmente, μ_{ir} es un término de error. En los resultados de esta ecuación, se espera que la generación per cápita de las emisiones de CO₂ presente una relación positiva con el ingreso y negativa con el tamaño del hogar.

Adicionalmente, y para lograr una mejor descripción del fenómeno, se especifica la relación entre las emisiones per cápita de CO₂ por tipo de consumo (tipo de energético), y lograr así una inferencia a nivel nacional. Para tal propósito se utiliza un sistema de ecuaciones, según se aprecia en la Ecuación (7),

$$lCO_{2pci}gas = \alpha_i + \beta_i lY_i + \gamma_i TH_i + \delta_i ur_i + \tau_i estu_i + \mu_i \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$lCO_{2pci}gd = \alpha_i + \beta_i lY_i + \gamma_i TH_i + \delta_i ur_i + \varepsilon_i lGT_i + \theta_i veh_i + \mu_i$$

$$lCO_{2pci}elec = \alpha_i + \beta_i lY_i + \gamma_i TH_i + \delta_i ur_i + \lambda_i refri_i + \varphi_i vent_i + \mu_i$$

...donde $lCO_{2pci}gas$ es el logaritmo natural de las emisiones de CO₂ per cápita derivadas del consumo de gas L.P. y gas natural (suma); $lCO_{2pci}gd$ es el logaritmo natural de las emisiones de CO₂ per cápita originadas por consumo de gasolina (magna y premium) y diésel; y $lCO_{2pci}elec$ es el logaritmo natural de las emisiones de CO₂ per cápita originadas por consumo de electricidad. Las variables exógenas son las mismas descritas en la Ecuación (6) donde “i” representa el i-ésimo hogar.

Las variables consideradas para el este modelo son similares a las utilizadas en otros estudios. El tamaño del hogar, por ejemplo, ha sido analizado con técnicas de regresión de escala de equivalencia, modelo STIRPAT, mínimos cuadrados ordinarios (MCO), regresión espacial no paramétrica (kernel) y regresión logística (Pizer *et al.*, 2010; Underwood y Zahran, 2015; Cruz Islas, 2016; Fremstad *et al.*, 2018; Gill y Moeller, 2018).

Un resultado relevante del análisis realizado por Underwood y Zahran (2015), donde se relaciona el ingreso, tamaño del hogar, y la edad, es que en niveles inferiores de ingresos y tamaño de hogar grande, las economías de escala de CO₂ son más grandes, a diferencia de los hogares con ingresos superiores y tamaño de hogar pequeño que se acerca a una condición de deseconomías en la reducción de las emisiones de carbono. Para determinar las emisiones por hogar, Underwood y Zahran (2015), primero establecieron las intensidades de generación de CO₂ por sector económico que producen los artículos consumidos por los hogares,

empleando un modelo de evaluación del ciclo de vida input-output (EIO-LCA); para luego estimar las emisiones totales en toneladas de CO₂e, por edad y quintil de ingreso. Las diferencias en las emisiones están ligadas al ciclo de vida, reflejada de igual forma en la estructura común de perfiles de emisiones en los quintiles de ingreso.

Las variables relacionadas con el gasto de los hogares han sido estudiadas en sus distintas categorías que lo conforman. Específicamente, en lo relativo al gasto en energía, por ejemplo, Fremstad et al. (2018) utilizan un modelo STIRPAT linealizado, y dejan como constante la tecnología y la población, e incluyen el ingreso, la edad y la densidad urbana, para estimar la dimensión de las economías domésticas y urbanas en las emisiones de CO₂. Obtienen que los hogares más grandes tienden a gastar menos en energía por persona.

Chitnis *et al.* (2012), realizó un análisis econométrico del estilo de vida (ELESA por sus siglas en inglés: Econometric Lifestyle Environment Scenario Analysis), una herramienta que utiliza el Modelo Estructural de Series de Tiempo (STSM) de Harvey (1989), lo cual le permite el examen de la relación entre el gasto, el ingreso, el precio y una tendencia subyacente relacionada con factores exógenos (progreso técnico, cambios en los gustos y preferencias del consumidor, factores sociodemográficos y estilos de vida).

En un análisis regional de densidad por tamaño de municipios en Alemania, Gill y Moeller (2018) indagan que tan fuertes son los efectos de contrabalanceo (a mayor ingreso, hogares más pequeños, y mayor consumo). Utilizando un análisis econométrico (log-log), calcularon las elasticidades del ingreso, y analizaron la relación entre las emisiones per cápita con el número de autos en el hogar, el tamaño de la ciudad, gasto en gasolina y gasto en electricidad. Encontraron que el consumo de combustibles, en conjunto representan alrededor

del 43% de las emisiones totales de GEI, pero solo el 8.1% del gasto del hogar se destina en esta categoría. También hallaron que los núcleos de las ciudades tienen menores emisiones debido a los efectos de densidad en comparación con las áreas rurales. El tamaño del hogar tiene un efecto reductor sobre las emisiones per cápita; y el aumento del ingreso y del gasto afecta principalmente a las emisiones indirectas (las asociadas al consumo de alimentos, salud, entretenimiento, entre otras). Además, los hogares rurales muestran más vulnerabilidad al aumento en precios de la energía eléctrica y de los combustibles.

Por su parte, Cruz Islas (2016) utilizó un modelo Logit para analizar si la emisión de CO₂e por miembro del hogar es elevada en la ciudad de México. Los resultados indican que los hogares de los estratos de mayor ingreso tienen un volumen alto de emisiones respecto de los hogares unipersonales. De igual forma, es más probable encontrar mayores emisiones de CO₂ en los hogares que cuentan con calentador de gas, aspiradora, lavadora y estéreo, en relación con los hogares que no cuentan con dichos aparatos eléctricos.

En suma, la evidencia empírica sustenta las variables utilizadas en el modelo aquí planteado (Ecuaciones 6 y 7), existen bases para estudiar la relación entre las emisiones de CO₂, el ingreso y tamaño de hogar. Finalmente, y con el propósito de verificar la robustez del modelo empírico, dado que las variables dependientes se derivan de una transformación del gasto, se modela la relación entre el gasto en los energéticos incluidos en este estudio con las mismas variables exógenas consideradas en la Ecuación 6 (ver Anexo 2).

CAPÍTULO III. RESULTADOS.

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en la contabilización de las emisiones de CO₂ por los hogares por entidad y región, y los resultados del modelo econométrico que permiten comprender mejor las relaciones entre las emisiones de CO₂ per cápita con el ingreso, el tamaño del hogar y otras características del hogar.

Resultados relativos a emisiones de CO₂.

Una aproximación de las emisiones de CO₂ en las entidades federativas a través del consumo de energéticos se presenta en la Tabla 7. En las primeras columnas se desglosan las emisiones por tipo de consumo, después se señala el total de emisiones para cada entidad, esto es la suma de las emisiones por cada tipo de energético, en la siguiente columna se muestra el porcentaje de participación de cada una de las entidades federativas en la generación de CO₂ en el país y en la última columna se enlistan las emisiones de CO₂ promedio a nivel hogar para cada estado.

De los resultados presentados en la Tabla 7, destaca que de los estados que mayores emisiones generan, en primer lugar se encuentra el estado de México, en segundo lugar el Distrito Federal y en la tercera posición Nuevo León, y los que menores emisiones generan son Colima, Tlaxcala y Campeche. No obstante, si se consideran las emisiones promedio por hogar, el orden de los estados es el siguiente, primer sitio Sonora, segundo Baja California, tercero Nuevo León y cuarto lugar Sinaloa y en los tres últimos lugares Chiapas, Guerrero y Oaxaca (ver Mapa 5).

Los estados que tienen mayores (menores) emisiones están relacionados con un mayor (menor) tamaño del estado, mayor (menor) ingreso promedio por hogar, y menor (mayor) tamaño del hogar. Por ejemplo, los estados que presentan mayores ingresos promedio por hogar son Nuevo León, el Distrito Federal y Sonora, los cuales tienen mayores gastos por hogar, y por tanto, mayores emisiones de CO₂ (ver Mapa 7).

Tabla 7. Emisiones de CO₂ por entidad federativa y tipo de energético (tCO₂), 2016.

Entidad Federativa	tCO ₂ premium	tCO ₂ magna	tCO ₂ diésel	tCO ₂ gas LP	tCO ₂ gas nat.	tCO ₂ electricidad	Total	% nacional	CO ₂ prom. X hogar (KgCO ₂)
Aguascalientes	13,900	89,300	332	33,300	5,757	59,500	202,089	0.97%	592
Baja California	82,300	532,000	2,822	125,000	15,700	571,000	1,328,822	6.40%	1,267
Baja Calif. Sur	20,500	92,600	45	14,300	5,770	105,000	238,215	1.15%	1,008
Campeche	9,880	53,400	191	18,600	804	89,700	172,575	0.83%	684
Coahuila	39,800	236,000	5,881	79,100	51,600	257,000	669,381	3.22%	810
Colima	11,800	55,500	281	18,500	163	56,200	142,444	0.69%	660
Chiapas	26,800	90,300	476	59,700	1,609	114,000	292,885	1.41%	223
Chihuahua	32,900	412,000	2,283	101,000	70,900	301,000	920,083	4.43%	847
Distrito Federal	189,000	482,000	3,844	438,000	162,000	466,000	1,740,844	8.38%	636
Durango	19,900	123,000	1,504	68,700	2,103	93,000	308,206	1.48%	640
Guanajuato	47,500	351,000	2,080	171,000	28,800	267,000	867,380	4.18%	578
Guerrero	14,900	65,200	1,409	59,400	1,778	157,000	299,686	1.44%	301
Hidalgo	14,400	110,000	195	93,000	3,190	83,800	304,586	1.47%	395
Jalisco	72,300	630,000	707	271,000	23,200	378,000	1,375,207	6.62%	641
México	144,000	873,000	3,293	640,000	112,000	595,000	2,367,293	11.40%	535
Michoacán	33,200	188,000	439	121,000	3,816	192,000	538,455	2.59%	427
Morelos	25,500	89,900	677	77,400	1,061	101,000	295,537	1.42%	529
Nayarit	15,800	54,700	1,045	27,100	129	79,500	178,274	0.86%	505
Nuevo León	118,000	501,000	4,782	65,000	201,000	645,000	1,534,782	7.39%	1,092
Oaxaca	12,000	93,000	994	73,900	652	141,000	321,546	1.55%	296
Puebla	53,300	190,000	4,270	198,000	28,800	210,000	684,370	3.29%	414
Querétaro	25,000	164,000	793	59,600	17,600	95,300	362,293	1.74%	658
Quintana Roo	23,600	97,500	403	29,600	1,856	169,000	321,960	1.55%	665
San Luis Potosí	14,300	176,000	684	86,200	17,100	135,000	429,284	2.07%	571
Sinaloa	46,900	252,000	1,602	65,600	4,760	453,000	823,862	3.97%	1,010
Sonora	40,600	311,000	817	78,800	4,920	653,000	1,089,137	5.24%	1,269
Tabasco	17,200	84,400	1,229	42,900	1,895	154,000	301,624	1.45%	469
Tamaulipas	15,400	327,000	4,436	89,900	18,500	438,000	893,236	4.30%	854
Tlaxcala	3,489	49,700	124	49,300	1,263	40,300	144,177	0.69%	450
Veracruz	59,800	272,000	817	227,000	502	482,000	1,042,119	5.02%	453
Yucatán	28,400	103,000	585	28,800	672	162,000	323,457	1.56%	554
Zacatecas	5,842	111,000	4,861	68,400	1,393	66,600	258,096	1.24%	605
Total	1,278,212	7,259,500	53,900	3,579,100	791,294	7,809,900	20,771,906	100%	645

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: En cada columna las celdas en rosa representan los 5 valores máximos, y las verdes los 5 mínimos.

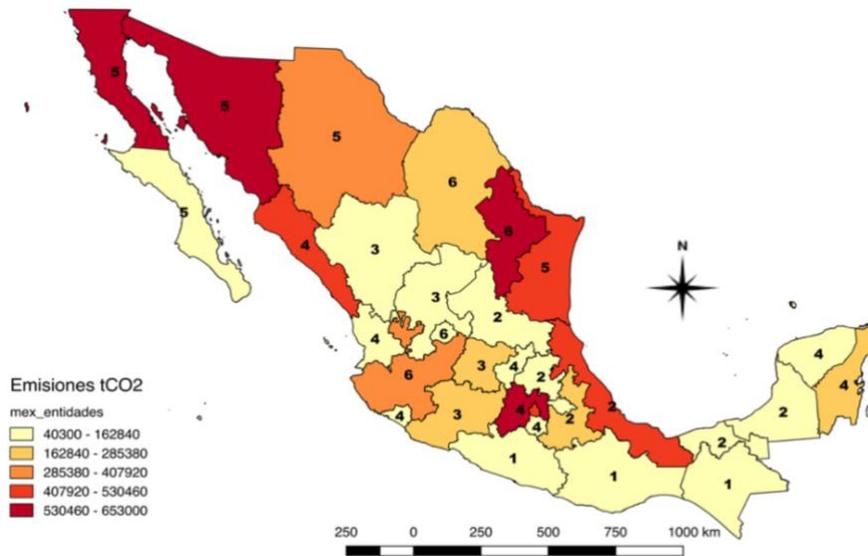
Si se consideran las emisiones de CO₂ del año 2015 a nivel nacional¹⁹ dada la disponibilidad de la información y con la finalidad de obtener la participación de los hogares en la generación de CO₂, se tiene que estos generan aproximadamente el 6.13% de las emisiones considerando únicamente el consumo de energéticos en el hogar, según estimaciones propias.

Para mejor comprensión y visualización de los resultados de la Tabla 7, se presentan a continuación algunos mapas del patrón de emisiones por tipo de energético. Una menor intensidad del color indica menores emisiones de CO₂, y un color más fuerte indica mayores emisiones. El Mapa 2 presenta las emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica. sobresalen el Estado de México, Nuevo León, Sonora y Baja California; lo anterior, puede deberse a que son estados de clima cálido y de altos ingresos, donde los hogares buscan aminorar los efectos adversos de un clima extremoso.

El Mapa 3 agrupa las emisiones de gasolina (premium y magna) y diésel. Nuevamente sobresale el Estado de México, Jalisco y el Distrito Federal en los primeros lugares, además se observa la presencia importante de Nuevo León, Chihuahua y Baja California. Estos resultados no son de extrañar dado que son las entidades que cuentan con el mayor parque vehicular, y el promedio más alto de vehículos por hogar.

¹⁹ En el 2015 se registraron 338,676.745 emisiones netas (Gg¹⁹ de CO₂e), de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI)

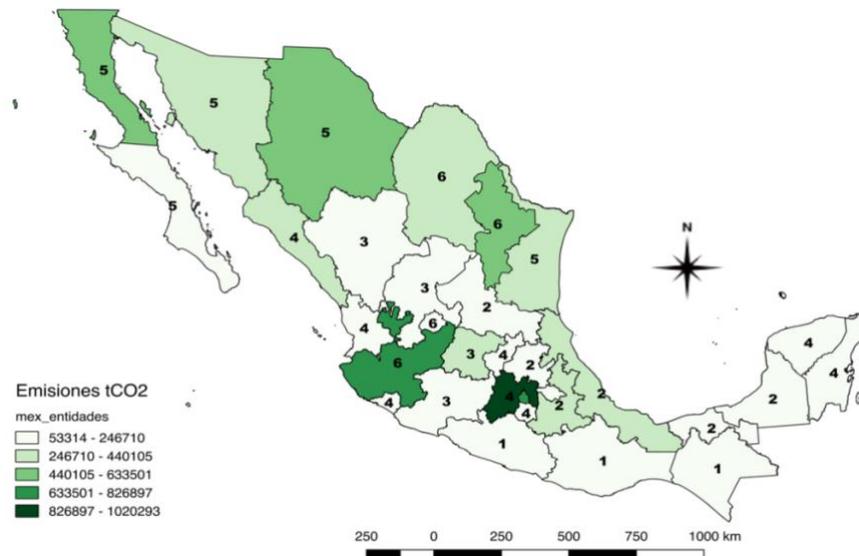
Mapa 2. México: Emisiones totales de CO₂ por consumo de energía eléctrica por entidad federativa, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: los números indican la región a la que pertenecen.

Mapa 3. México: Emisiones totales de CO₂ por consumo de gasolina y diésel por entidad federativa, 2016.

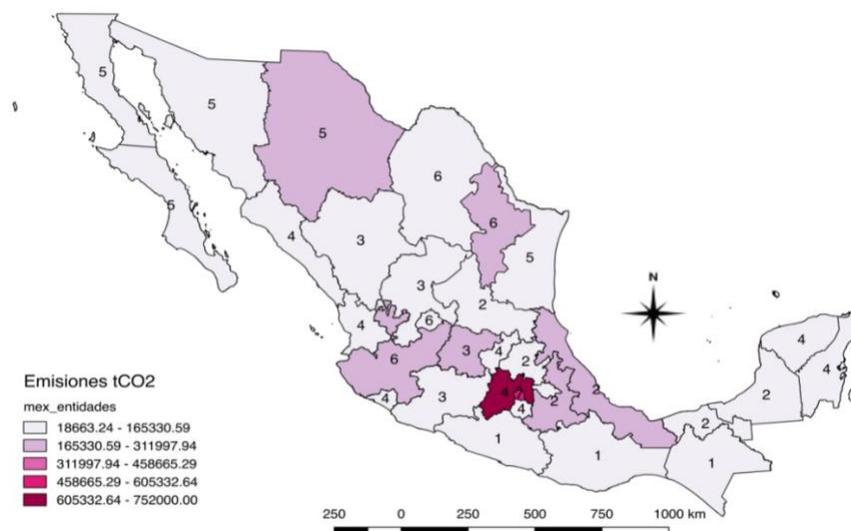


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: los números indican la región a la que pertenecen.

Las emisiones de CO₂ por consumo de gas natural y gas L.P. se muestran en el Mapa 4. Aparece una vez más el Estado de México y el Distrito Federal en los primeros lugares, y destacan también Chihuahua, Nuevo León, Jalisco, Guanajuato, Veracruz y Puebla. Quizás el hecho de que el Estado de México y el Distrito Federal juntos formen la zona metropolitana más grande del mundo, este sea un factor relevante que impulse un mayor consumo de gas.

Mapa 4. México: Emisiones totales de CO₂ por consumo de gas L.P. y gas natural por entidad federativa, 2016.

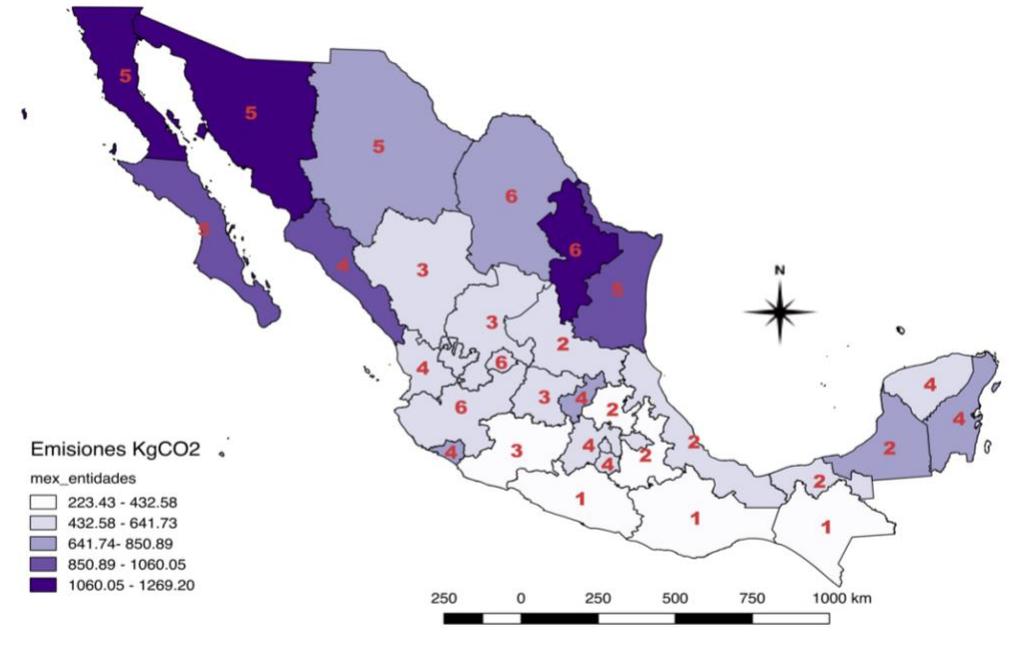


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.
 *Nota: los números indican la región a la que pertenecen.

Las emisiones promedio por hogar se visualizan en el Mapa 5, y como se indicó antes, los estados con mayores valores son Sonora, Baja California, Nuevo León, Sinaloa, Baja California Sur y Tamaulipas. Esta es quizás la mejor visualización del consumo y emisión de CO₂ pues relativiza el hecho de que existan entidades grandes en tamaño, y permite observar un mejor detalle del consumo por habitante en los hogares, tal y como se propone el presente análisis. Llama la atención que existe una clara regionalización en el consumo y en las emisiones, donde los hogares del norte son los que generan más CO₂ por hogar, y los estados

del sur son los que menos, en especial Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Este resultado está correlacionado con el ingreso, es decir, el norte de México presenta mayores emisiones y mayores ingresos, mientras que en el sur sucede menores ingresos y menores emisiones por hogar.

Mapa 5. México: Emisiones de CO₂ promedio por hogar, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.
 *Nota: los números indican la región a la que pertenecen.

La Tabla 8 presenta la cantidad de emisiones per cápita que cada estado genera. De esta tabla se destaca que el Estado de México concentra el 10.66% del total de las emisiones en el país, el Distrito Federal el 9.94% y Nuevo León el 7.14%, los tres primeros. En esta Tabla se verifica como el patrón que muestran las emisiones per cápita es similar a las emisiones globales por entidad federativa.

Tabla 8. Emisiones de CO₂ per cápita por entidad federativa, 2016.

Entidad Federativa	Emisiones CO ₂ per cápita (tCO ₂)	Promedio emisiones de CO ₂ per cápita (KgCO ₂) por hogar	% nacional
Aguascalientes	62,600	183	0.91%
Baja California	451,000	430	6.57%
Baja California Sur	83,700	354	1.22%
Campeche	54,800	217	0.80%
Coahuila	224,000	271	3.27%
Colima	47,600	221	0.69%
Chiapas	94,800	72	1.38%
Chihuahua	310,000	286	4.52%
Distrito Federal	682,000	250	9.94%
Durango	100,000	208	1.46%
Guanajuato	271,000	181	3.95%
Guerrero	105,000	105	1.53%
Hidalgo	98,200	127	1.43%
Jalisco	438,000	204	6.38%
México	731,000	165	10.66%
Michoacán	173,000	137	2.52%
Morelos	99,800	179	1.45%
Nayarit	58,000	164	0.85%
Nuevo León	490,000	349	7.14%
Oaxaca	107,000	99	1.56%
Puebla	224,000	136	3.27%
Querétaro	119,000	215	1.73%
Quintana Roo	109,000	226	1.59%
San Luis Potosí	138,000	184	2.01%
Sinaloa	255,000	313	3.72%
Sonora	362,000	421	5.28%
Tabasco	98,200	152	1.43%
Tamaulipas	301,000	287	4.39%
Tlaxcala	41,700	130	0.61%
Veracruz	345,000	150	5.03%
Yucatán	103,000	176	1.50%
Zacatecas	82,500	194	1.20%
Total	6,859,900	212.13	100%

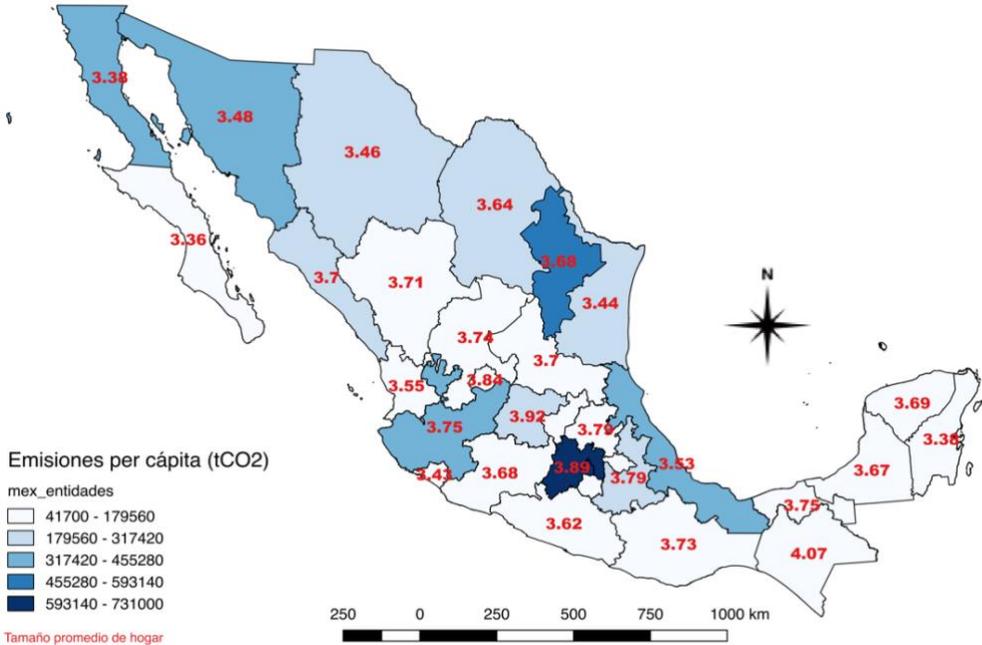
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: En cada columna las celdas en rosa representan los 5 valores máximos, y las verdes los 5 mínimos.

Respecto al tamaño promedio del hogar: Chiapas (4.07), Tlaxcala (4.06) y Guanajuato (3.92) son los estados con el mayor tamaño del hogar. Esta información resulta interesante al cruzarla con las emisiones per cápita de CO₂, tal y como se presenta en el Mapa 6 donde se visualiza como los estados con bajas emisiones, Chiapas (posición 25), Aguascalientes (28) y Tlaxcala (32), son entidades que tienen los hogares más grandes. El Estado de México sería la excepción, porque aun cuando se ubica en la cuarta posición de los estados con mayor

tamaño de hogar, también es uno de los estados de mayores emisiones per cápita (primer lugar). Respecto a los estados con menor tamaño de hogar, están el Distrito Federal (3.23), Baja California Sur (3.36), Quintana Roo (3.38) y Baja California (3.38), de estos, solo el Distrito Federal y Baja California (segunda y cuarta posición en emisiones) cumplen con la relación inversa entre emisiones elevadas y tamaño de hogar pequeño.

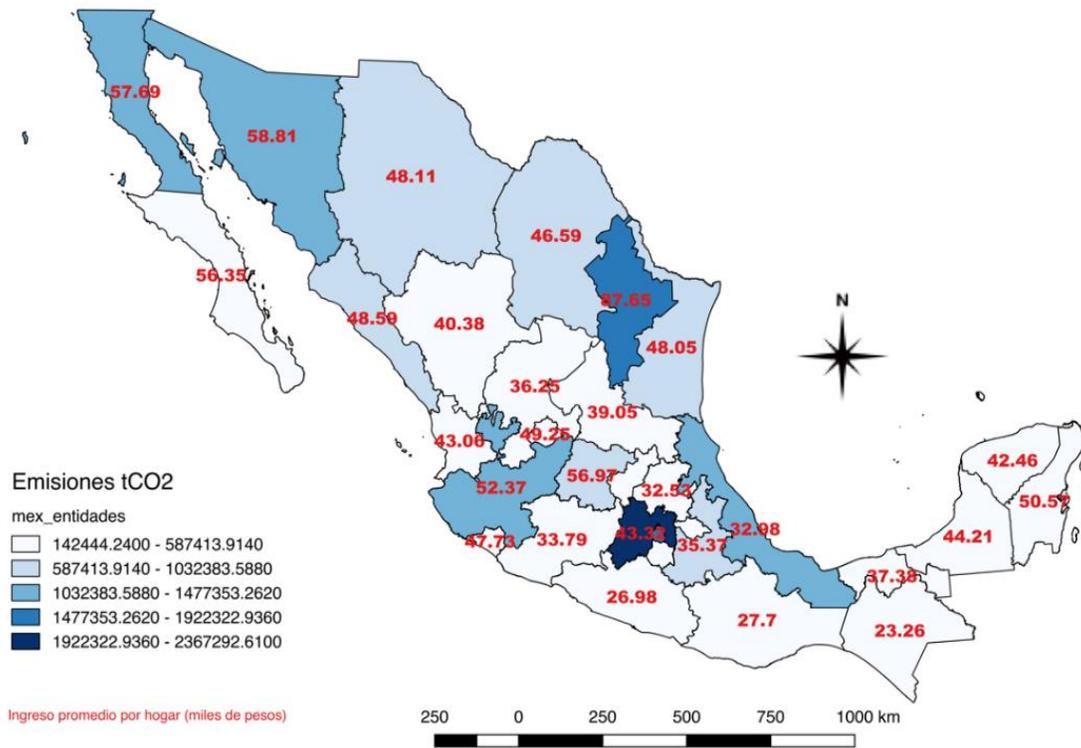
Mapa 6. México: Emisiones per cápita de CO₂ vs tamaño promedio del hogar por entidad federativa, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

El comparativo entre emisiones de CO₂ y el ingreso promedio por estado se puede ver en el Mapa 7. Sobresale Nuevo León, Distrito Federal, Sonora, Baja California. Aquí se confirma la relación directa, a mayores ingresos más altas son las emisiones de CO₂.

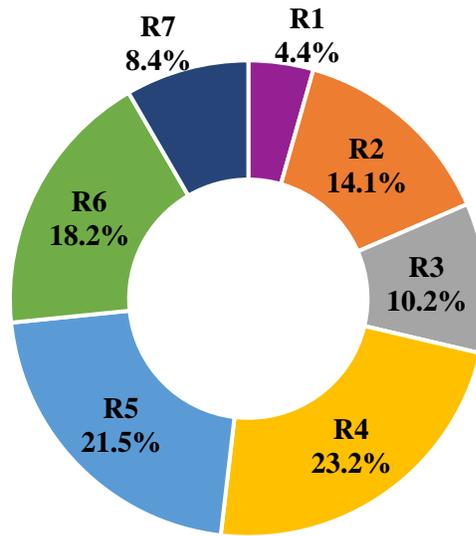
Mapa 7. México: Emisiones de CO₂ vs ingreso promedio del hogar por estado, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

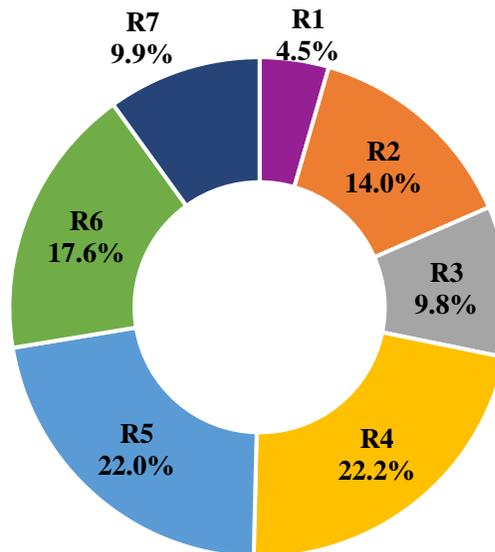
Al observar las emisiones de CO₂ a nivel regional, se detecta que las regiones 4 y 5 concentran cerca del 50% de las emisiones (ver Gráfica 8), otro punto a destacar es que la región 7 tiene mayores emisiones que la región 1, a pesar de ser un solo estado (D.F.). La estructura de las emisiones per cápita para las regiones es similar a las emisiones globales por región, con pequeñas diferencias (ver Gráfica 8 y 9).

Gráfica 8. México: Emisiones de CO₂ por región, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

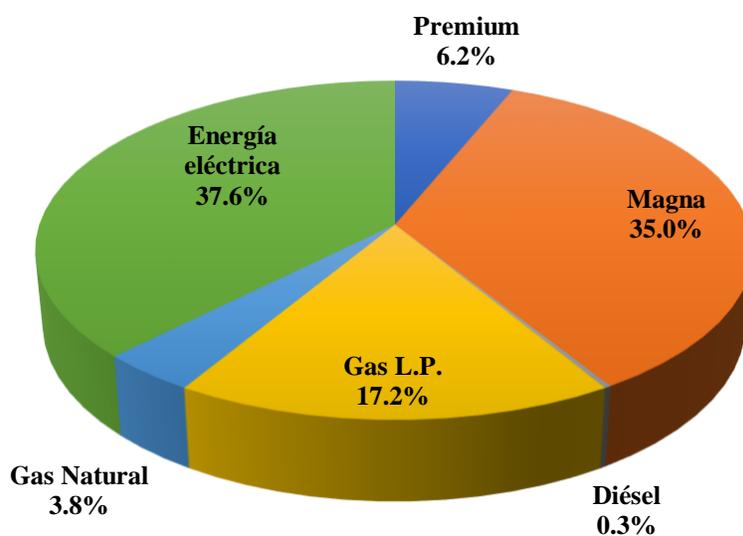
Gráfica 9. México: Emisiones de CO₂ per cápita por región, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Por tipo de energético, las emisiones de CO₂ son superiores en el consumo de energía eléctrica, el factor de emisión es más intensivo. La Gráfica 10 permite ver que el consumo de energía eléctrica produce 37.6% del total nacional de emisiones por los hogares, seguido del consumo de gasolina magna (35%), aun cuando el gasto en gasolina magna duplica el gasto que se realiza en energía eléctrica.

Gráfica 10. México: Emisiones de CO₂ por tipo de energético, 2016.



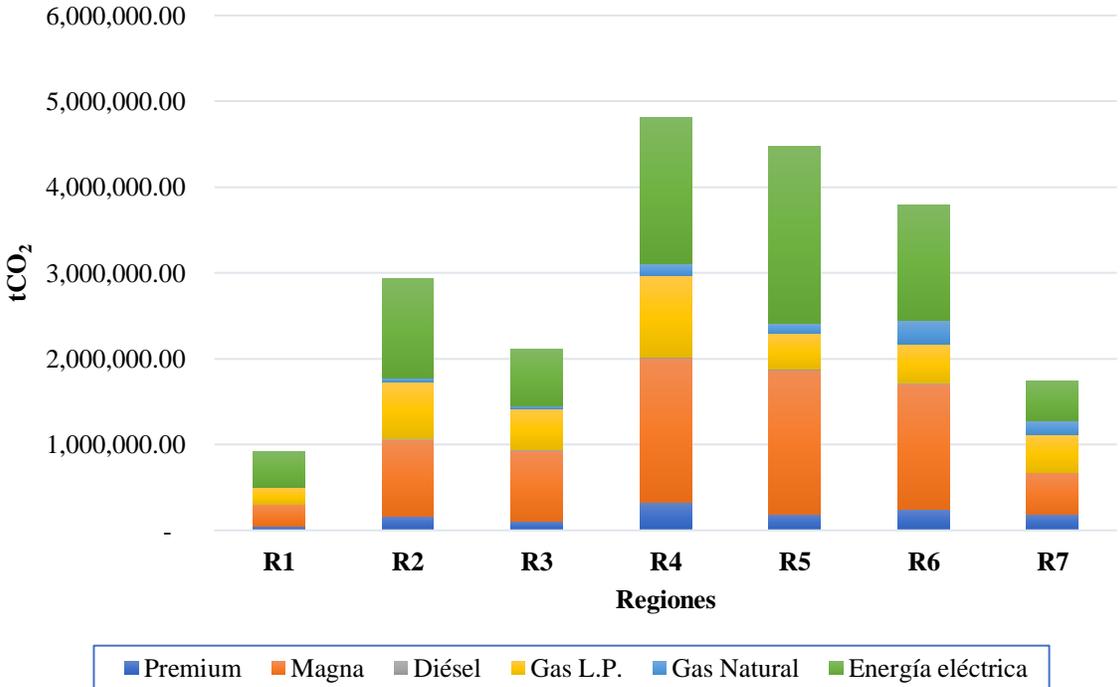
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

La composición de las emisiones de CO₂ por región se presentan en la Gráfica 11. Aquí se observa que efectivamente las regiones 4, 5 y 6²⁰ son las que mayores emisiones de CO₂ generan, en estas regiones se encuentran algunos de los estados con mayores emisiones,

²⁰ Región 4 integrada por Colima, México, Morelos, Nayarit, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán; región 5, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas; y región 6, Aguascalientes, Coahuila, Jalisco y Nuevo León.

así mismo, los que cuentan con mayores ingresos (Nuevo León, Distrito Federal, Sonora, Baja California), y con mayor proporción de hogares analizados en la muestra (24% de los hogares se localizan en la región 4).

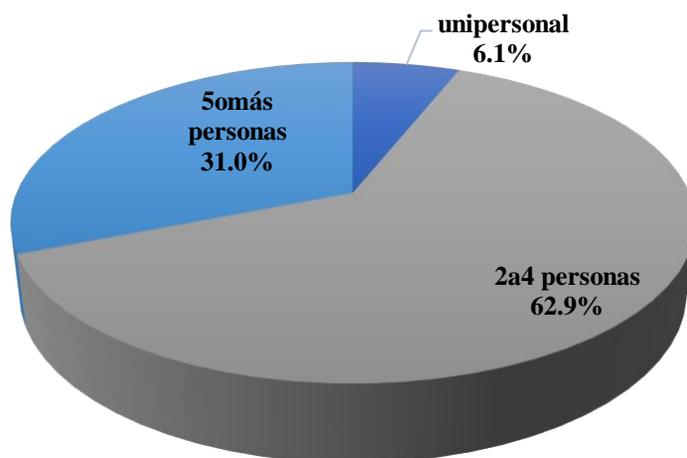
Gráfica 11. México: Emisiones de CO₂ por región y por tipo de energético, 2016. (tCO₂)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

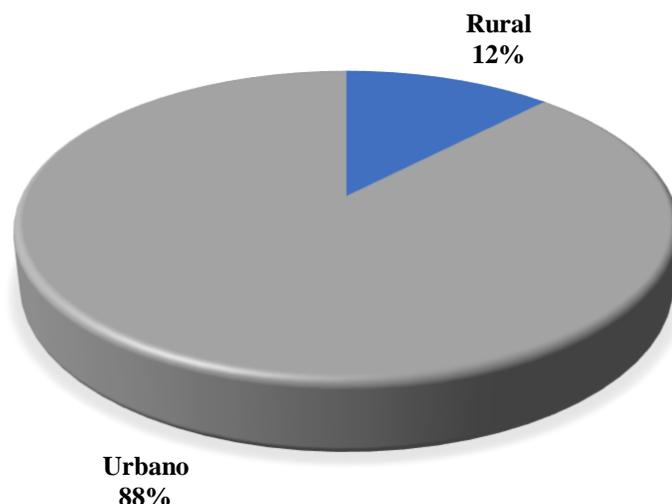
Agrupando en 3 categorías por tamaño de hogar, en la Gráfica 12, se especifica que son los hogares conformados de 2 a 4 integrantes los que emiten el más del 60% de las emisiones de CO₂. Y la Gráfica 13 señala que el ámbito urbano tiene mayores emisiones de CO₂ en comparación con el ámbito rural.

Gráfica 12. México: Emisiones de CO₂ por tamaño promedio de hogar, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Gráfica 13. Emisiones globales de CO₂ por ámbito (urbano-rural) en México, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

En la Tabla 9 se agrupan las emisiones por región, por tipo de energético y por ámbito. Aquí se indican las emisiones en toneladas de CO₂ para cada categoría. Es esta una tabla que sirve de referencia para contabilización de las emisiones.

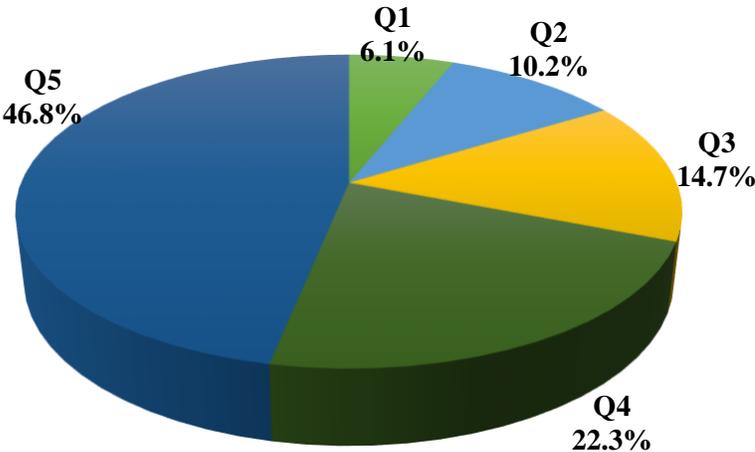
Tabla 9. Emisiones de CO₂ por región, por tipo de energético, y por ámbito (tCO₂) en México, 2016.

Región	Tipo de energético	Ámbito rural o urbano (0=rural y 1=urbano)		Total
		0	1	
1	CO ₂ premium	10,000.00	43,700.00	53,700.00
	CO ₂ magna	73,600.00	175,000.00	248,600.00
	CO ₂ diésel	1,154.84	1,723.46	2,878.30
	CO ₂ gas LP	47,300.00	146,000.00	193,300.00
	CO ₂ gas natural	139.61	3,899.64	4,039.24
	CO ₂ energía eléctrica	123,000.00	289,000.00	412,000.00
2	CO ₂ premium	19,900.00	149,000.00	168,900.00
	CO ₂ magna	181,000.00	706,000.00	887,000.00
	CO ₂ diésel	2,251.76	5,133.69	7,385.45
	CO ₂ gas LP	146,000.00	519,000.00	665,000.00
	CO ₂ gas natural	1,599.08	50,700.00	52,299.08
	CO ₂ energía eléctrica	258,000.00	896,000.00	1,154,000.00
3	CO ₂ premium	17,200.00	92,600.00	109,800.00
	CO ₂ magna	202,000.00	619,000.00	821,000.00
	CO ₂ diésel	6,406.75	2,602.07	9,008.82
	CO ₂ gas LP	127,000.00	351,000.00	478,000.00
	CO ₂ gas natural	1,163.42	36,200.00	37,363.42
	CO ₂ energía eléctrica	161,000.00	497,000.00	658,000.00
4	CO ₂ premium	15,700.00	306,000.00	321,700.00
	CO ₂ magna	180,000.00	1,510,000.00	1,690,000.00
	CO ₂ diésel	2,893.62	5,785.52	8,679.14
	CO ₂ gas LP	115,000.00	832,000.00	947,000.00
	CO ₂ gas natural	1,196.80	137,000.00	138,196.80
	CO ₂ energía eléctrica	205,000.00	1,510,000.00	1,715,000.00
5	CO ₂ premium	8,725.28	183,000.00	191,725.28
	CO ₂ magna	151,000.00	1,520,000.00	1,671,000.00
	CO ₂ diésel	3,305.32	7,096.87	10,402.19
	CO ₂ gas LP	51,300.00	358,000.00	409,300.00
	CO ₂ gas natural	1,557.56	114,000.00	115,557.56
	CO ₂ energía eléctrica	153,000.00	1,910,000.00	2,063,000.00
6	CO ₂ premium	9,463.10	235,000.00	244,463.10
	CO ₂ magna	115,000.00	1,340,000.00	1,455,000.00
	CO ₂ diésel	2,218.11	9,483.99	11,702.10
	CO ₂ gas LP	52,000.00	397,000.00	449,000.00
	CO ₂ gas natural	4,232.13	278,000.00	282,232.13
	CO ₂ energía eléctrica	85,400.00	1,250,000.00	1,335,400.00
7	CO ₂ premium	974.22	188,000.00	188,974.22
	CO ₂ magna	526.65	481,000.00	481,526.65
	CO ₂ diésel	-	3,843.91	3,843.91
	CO ₂ gas LP	1,338.12	436,000.00	437,338.12
	CO ₂ gas natural	-	162,000.00	162,000.00
	CO ₂ energía eléctrica	769.68	465,000.00	465,769.68
Total por tipo de energético	CO ₂ premium	81,962.60	1,197,300.00	1,279,262.60
	CO ₂ magna	903,126.65	6,351,000.00	7,254,126.65
	CO ₂ diésel	18,230.40	35,669.51	53,899.91
	CO ₂ gas LP	539,938.12	3,039,000.00	3,578,938.12
	CO ₂ gas natural	9,888.59	781,799.64	791,688.23
	CO ₂ energía eléctrica	986,169.68	6,817,000.00	7,803,169.68
Total	Emisiones Nacionales tCO ₂	2,539,316.03	18,221,769.15	20,761,085.17

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Las emisiones por nivel de ingresos se agrupan en quintiles y se visualizan en la Gráfica 14. El quintil 1 (Q1) indica menor ingreso, y en orden ascendente, el quintil 5 indica mayor ingreso. Sobresale la relación positiva del ingreso con las emisiones de CO₂, es decir, a mayor ingreso mayores emisiones, aquí destaca como el Q5 concentra cerca del 50% de las emisiones.

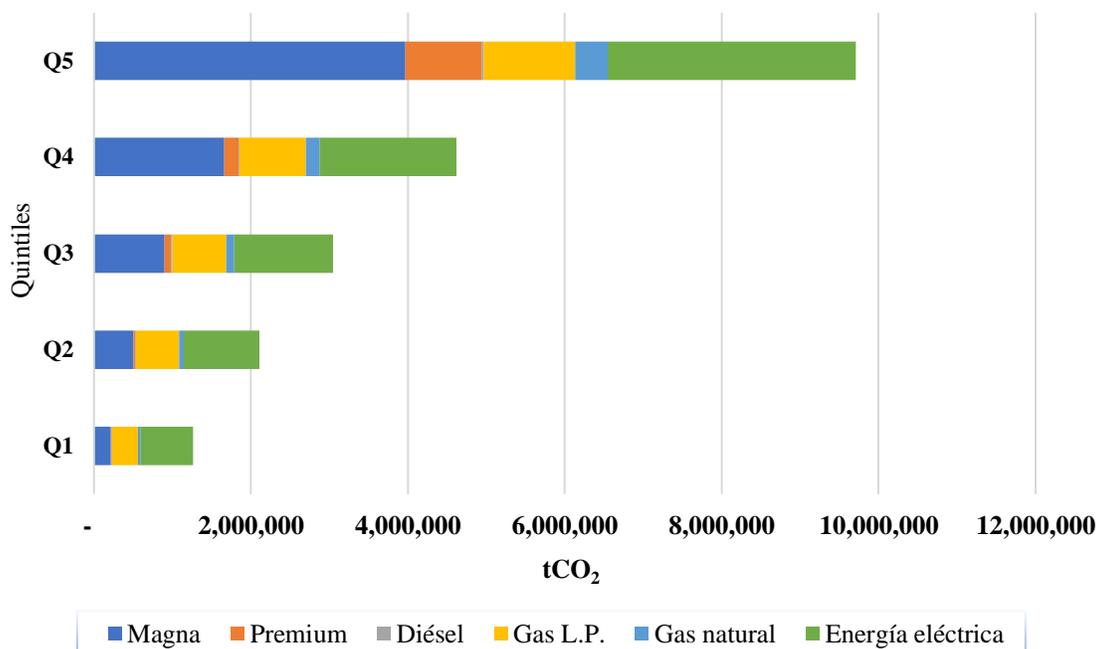
Gráfica 14. Emisiones de tCO₂ por quintil de ingreso en México, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

En el análisis por región, al descomponer las emisiones de CO₂ por quintil de ingreso y por tipo de energético, en la Gráfica 15 se observa que en los quintiles más bajos (Q1, Q2 y Q3) las emisiones por consumo de energía eléctrica son superiores respecto a los otros energéticos, a diferencia del quintil 5 que presenta mayores emisiones por el consumo de gasolina.

Gráfica 15. México: Emisiones de CO₂ por quintiles de ingreso y tipo de energético, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Resultados del modelo econométrico.

En esta división se muestran los resultados obtenidos del modelo econométrico. La Ecuación (6) es una aproximación de corte transversal donde la variable dependiente son las emisiones de CO₂ per cápita, la cual está en función del ingreso, el tamaño del hogar, y el gasto en transporte público, además de otras variables de control dicotómicas que indican si el hogar cuenta o no con vehículo, ventilador, estufa, refrigerador y si se ubica en un área urbana o rural. Los resultados se presentan a nivel nacional y regional.

La validez de las inferencias estadísticas se basa en la confirmación de los supuestos los cuales permiten verificar si la función contiene los mejores estimadores linealmente

inesgados. Por ello, se corroboraron los siguientes supuestos de la regresión, estimada bajo mínimos cuadrados ordinarios (MCO): normalidad de los residuos, homoscedasticidad, valores de influencia (outliers), y multicolinealidad.

No obstante el tamaño de la muestra, donde la más pequeña es de 1,371 observaciones (Región 7: DF) y la más grande contiene 41,951 datos (escala nacional), con lo cual se podría sospechar que son suficientes para que converjan a una distribución normal. Sin embargo, los resultados muestran que una base de datos grande no es suficiente para lograr el ajuste de los residuos a una distribución normal, esto debido principalmente a la existencia de valores de influencia (outliers), los cuales hacen que su distribución presente colas pesadas y cierto grado de heteroscedasticidad. Los valores de influencia se detectaron considerando los valores críticos $DFITS=0.029294$, $COOK'S= 0.000429$ y $DFBETAS=0.009765$. Se detectaron 71 valores de influencia, que representan el 0.1% del total de observaciones analizadas. La prueba formal y los gráficos dan evidencia de ello (ver Anexo 1). Vale la pena mencionar que el efecto de esto es que los estimadores, aunque siguen siendo los mejores y linealmente insesgados, pierden eficiencia debido a que presentan un margen de error más grande. Por tal motivo, y para controlar este efecto de pérdida de eficiencia, se corrió el modelo bajo MCO ponderados y restringido a tener errores estándar robustos, lo cual hace que el margen de error disminuya. La multicolinealidad no presentó problema alguno, es decir, no existe colinealidad degradante en el modelo y se verificó calculando los valores de inflación (VIF) después de cada regresión (ver Anexo 1).

En la Tabla 10 se presentan los coeficientes obtenidos para cada variable, en cada una de las 7 regiones socioeconómicas de México y a nivel nacional. Cada ecuación (Region: R) se corrió por separado, aunque para fines ilustrativos se presentan en una sola tabla. En todos

los casos, la mayoría de los coeficientes estimados son estadísticamente significativos, con p-valor pequeño. De acuerdo con el coeficiente de determinación (R^2), el cual mide la bondad de ajuste de la regresión (Gujarati y Porter, 2010), las variables propuestas explican poco más del 50% a la variable de emisiones de CO₂ per cápita.

Tabla 10. Resultado de las regresiones del modelo econométrico, Ecuación (6).

Variable	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Nacional
(ln) Ingreso por hogar (\$)	0.368*** (0.0266)	0.482*** (0.0206)	0.417*** (0.0228)	0.420*** (0.0148)	0.465*** (0.0187)	0.480*** (0.0204)	0.437*** (0.0346)	0.460*** (0.00816)
Tamaño del hogar: # individuos	-0.305*** (0.00952)	-0.283*** (0.00693)	-0.265*** (0.00695)	-0.245*** (0.00522)	-0.275*** (0.00749)	-0.269*** (0.00728)	-0.270*** (0.0158)	-0.272*** (0.00291)
Ámbito rural-urbano (D)	0.131*** (0.0329)	0.174*** (0.0238)	0.0561* (0.0239)	0.154*** (0.0172)	-0.0351 (0.0280)	0.0872*** (0.0259)	0.364* (0.166)	0.0899*** (0.0108)
(ln) Gasto x hogar transporte público	0.0346* (0.0140)	-0.0148 (0.00943)	-0.0126 (0.00999)	-0.0164* (0.00730)	0.00325 (0.0100)	-0.00631 (0.00948)	-0.0329 (0.0240)	-0.0119** (0.00401)
Vehículo (D)	0.816*** (0.0376)	0.705*** (0.0222)	0.777*** (0.0233)	0.788*** (0.0177)	0.800*** (0.0315)	0.692*** (0.0249)	0.774*** (0.0511)	0.789*** (0.0106)
Refrigerador (D)	0.240*** (0.0466)	0.230*** (0.0296)	0.263*** (0.0366)	0.201*** (0.0337)	0.223** (0.0799)	0.221*** (0.0550)	0.192* (0.0925)	0.223*** (0.0192)
Estufa (D)	0.440*** (0.0452)	0.334*** (0.0403)	0.175** (0.0662)	0.282*** (0.0401)	-0.0593 (0.118)	0.0659 (0.0707)	0.0157 (0.106)	0.275*** (0.0256)
Ventilador (D)	0.136*** (0.0292)	0.140*** (0.0196)	0.111*** (0.0228)	0.158*** (0.0156)	0.0752** (0.0280)	0.152*** (0.0228)	0.00758 (0.0515)	0.167*** (0.00879)
Constante	0.698** (0.235)	0.131 (0.191)	0.897*** (0.217)	0.706*** (0.139)	0.975*** (0.249)	0.428* (0.210)	0.726 (0.409)	0.413*** (0.0807)
N	3545	7158	5862	12293	5683	6039	1371	41951
R²	0.593	0.588	0.567	0.549	0.525	0.534	0.627	0.570
AIC	7550.2	14303.7	11520.3	24651.2	11607.8	12074.6	2434.2	85916.8
BIC	7605.8	14365.6	11580.4	24717.9	11667.6	12134.9	2481.2	85994.6

Notas: Errores estándar aparecen en paréntesis. (D) indica variable dummy, (ln) logaritmo natural, y los asteriscos indican diferentes niveles de significancia, con p-value: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Los resultados para la región 1, señalan que cada coeficiente es significativo al 0.1%, excepto el gasto en transporte que es significativo al 5%. Los coeficientes indican que: Si el ingreso aumenta 10%, las emisiones per cápita de CO₂ aumentan 3.68%; respecto al tamaño del hogar, si este suma un integrante más, disminuye 30.5% sus emisiones; en cuanto ámbito,

un hogar urbano emite 13.1% kgCO₂ más por integrante que aquellos ubicados en el ámbito rural; respecto al gasto en transporte público, si se incrementa en 1% las emisiones per cápita lo hacen en 0.0346%, resultado contraintuitivo por ser positivo, aunque cercano a cero; mientras que contar con vehículo, refrigerador, estufa y ventilador en el hogar propicia que las emisiones de CO₂ per cápita sean superiores en 81.6%, 24%, 44% y 13.6% respectivamente, en comparación con los hogares que no cuentan con dicho equipamiento.

En la región 2 todas las variables son significativas salvo el gasto en transporte. Los coeficientes indican que, si el ingreso incrementa en 10% las emisiones per cápita aumentan 4.82%, si el tamaño del hogar crece en un habitante las emisiones per cápita se reducen en 28.3%, un hogar urbano emite 17.4% kgCO₂ más por integrante con relación a los que habitan en el ámbito rural, las emisiones per cápita de CO₂ son superiores en los hogares que cuentan con vehículo, refrigerador, estufa y ventilador respecto a los hogares que no los poseen, en 70.5%, 23%, 33.4% y 14% respectivamente.

En la región 3, al incrementar el ingreso del hogar en 10% las emisiones de CO₂ per cápita aumentan en 4.17%. El tamaño del hogar tiene un efecto negativo en las emisiones, si se incrementa un individuo al hogar las emisiones decrecen en 26.5%. En el área urbana los hogares emiten 5.61% más que los del área rural, y contar con vehículo significa emitir 77.7% KgCO₂ per cápita más sobre los hogares que no lo tienen, 26.3% si se cuenta con refrigerador, 17.5 % y 11.1% si el hogar tiene estufa y ventilador respectivamente.

Los coeficientes de la región 4 son significativos en todas las variables. Si el ingreso crece en 10% los KgCO₂ per cápita crecen en 4.2%. Así mismo, si se aumenta un miembro en el hogar las emisiones per cápita decrecen en 24.5%. Vivir en el área urbana representa

mayores emisiones (15.4%) que el área rural. Destaca la significancia (5%) del gasto en transporte público y que su coeficiente sea negativo: Si crece 1% las emisiones per cápita decrecen 0.0164%, lo cual indica la relevancia del transporte público en esta región. Además, un hogar que cuenta con vehículo, refrigerador, estufa y ventilador implica mayores emisiones per cápita en 78.8%, 20.1%, 28.2% y 15.8% correspondientemente.

Para región 5, las variables relacionadas con el ámbito, gasto en transporte y el tener una estufa en el hogar, no son significativas; sin embargo, las demás variables sí indican que: si el ingreso se eleva 10%, las emisiones per cápita de CO₂ aumentan alrededor de 4.65%; un integrante adicional al hogar disminuye en 26.9% las emisiones per cápita; contar con vehículo, refrigerador y ventilador en el hogar favorece que las emisiones per cápita sean superiores en 80%, 22.3% y 7.52% respectivamente, comparados con los hogares que no tienen dicho equipamiento.

Los estimadores de la región 6 indican que si el ingreso aumenta 10% los KgCO₂ per cápita lo harán en 4.8%; al aumentar un integrante en el hogar las emisiones per cápita bajan 26.9%; existen mayores emisiones en el ámbito urbano (8.72%) respecto a los rurales; y los hogares con vehículo, refrigerador y ventilador tienen mayores emisiones que los que no poseen dicho equipo (69.2%, 22.1% y 15.2%, respectivamente).

En la región 7, la ciudad de México, si el ingreso del hogar crece en 10%, sus emisiones per cápita de CO₂ se incrementan en 4.37%; en el tamaño del hogar, las emisiones per cápita se reducen en 27% cuando el hogar agrega un habitante; un hogar urbano emite 36.4% kgCO₂ más con relación al ámbito rural; y las emisiones per cápita son superiores en los hogares que cuentan con vehículo, y refrigerador respecto a los que no los poseen, en

77.4% y 19.2% respectivamente. Destaca que las variables: gasto en transporte, estufa y ventilador no son significativas, además del elevado valor del coeficiente del ámbito, quizás porque la mayor parte de la región es urbana.

Y por último en la regresión a nivel nacional, todas las variables son significativas, los signos concuerdan con las expectativas, es decir, el ingreso tienen efecto positivo en las emisiones y el tamaño del hogar produce un efecto negativo, según lo planteado en la hipótesis. Por lo que, al incrementarse el ingreso del hogar en 10% las emisiones per capita (kgCO_2) aumentan 4.6%; y cuando aumenta un individuo en el hogar las emisiones decrecen en 27.2%. Vivir en el área urbana representa mayores emisiones, 8.99% más que las del área rural. En lo que concierne al gasto en transporte público del hogar, al incrementarse en 1% las emisiones per cápita disminuyen en 0.0119%. Contar con vehículo significa emitir 78.9% más KgCO_2 sobre los hogares que no lo tienen, 22.3% más si se cuenta con refrigerador, y 27.5 % y 16.7% si el hogar tiene estufa y ventilador respectivamente.

Aunado a las regresiones anteriores, se efectuó una regresión en un sistema de ecuaciones simultáneas utilizando MCO en 3 etapas, con datos a nivel nacional. En este caso se agrupó la variable dependiente -emisiones de CO_2 per cápita- en 3 ecuaciones, la primera considera las emisiones derivadas del gasto de los hogares en gas L.P. y gas natural, la segunda conjunta gasolinas (magna y premium) y diésel, y la tercera incluye solamente el gasto en electricidad. Se muestra en la Tabla 11, que la mayoría de las variables son significativas, con excepción del ámbito que se deriva del consumo de gasolina y diésel. Todos los signos de los coeficientes son congruentes con lo esperado; y el mejor ajuste (R^2)

se logra con los datos de la ecuación de gasolinas y diésel, y el menor con la ecuación que refleja las emisiones de CO₂ por el consumo de electricidad.

Tabla 11. Regresión de mínimos cuadrados en tres etapas, iterada.

Ecuación	Obs.	R ²	P-valor
CO ₂ gas L.P. y natural	9730	0.387	0.000
CO ₂ gasolinas y diésel	9730	0.441	0.000
CO ₂ electricidad	9730	0.276	0.000

	Coef.	Error estándar	P> z
CO₂ gas L.P. y natural			
Ingreso (ln)	0.3051	0.0085	0.0000
Tamaño del hogar	-0.2356	0.0033	0.0000
Ámbito (D)	0.0324	0.0135	0.0160
Estufa (D)	0.1108	0.0499	0.0270
Constante	1.5130	0.1015	0.0000
CO₂ gasolinas y diésel			
Ingreso (ln)	0.5701	0.0115	0.0000
Tamaño del hogar	-0.2603	0.0043	0.0000
Ámbito (D)	0.0155	0.0177	0.3810
Gasto transporte público (ln)	-0.0176	0.0064	0.0060
Vehículo (D)	0.7456	0.0246	0.0000
Constante	-0.9122	0.1193	0.0000
CO₂ electricidad			
Ingreso (ln)	0.3248	0.0122	0.0000
Tamaño del hogar	-0.1851	0.0046	0.0000
Ámbito (D)	0.1604	0.0191	0.0000
Refrigerador (D)	0.2760	0.0473	0.0000
Ventilador (D)	0.4581	0.0165	0.0000
Constante	0.7226	0.1305	0.0000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Lo que indican los coeficientes de la Tabla 11, por ejemplo en lo relativo a emisiones derivadas por consumo de gas L.P. y natural, es que ante un incremento del 10% en el ingreso las emisiones per cápita se incrementan en 3.1%, lo cual ocurre de igual forma pero en distinta

proporción 5.7% y 3.2% por el consumo de gasolina y diésel y electricidad respectivamente. Otro dato a destacar, en la relación negativa entre las emisiones y el tamaño de hogar, que en el caso de las gasolinas es ligeramente superior. En cuanto al coeficiente de la variable ámbito urbano-rural, el coeficiente obtenido por consumo de electricidad es superior, lo cual indica que efectivamente existe diferencia en la generación de emisiones entre los ámbitos rural y urbano por el consumo de electricidad. El resto de las variables contempladas en las tres ecuaciones arroja resultados similares a la Tabla 10. En este caso son relevantes porque ayudan al control del sistema para lograr una correcta identificación y ajuste del modelo.

Discusión.

Los resultados obtenidos ayudan a dimensionar la relevancia del gasto en los hogares, que se toma como base para el análisis del consumo y emisión de CO₂. Mediante una transformación del gasto se realiza una aproximación de la magnitud de contribución de los hogares en lo concerniente a emisiones de CO₂, lo cual también permite ver cuánto se genera de emisiones por región y entidad federativa, cual aporta más, cuál es el energético que mayores emisiones produce y contabilizar las emisiones per cápita. Los apoyos visuales facilitan la comprensión de estos aportes en emisiones. Este resultado en si es importante pues aunque de forma parcial, llena un vacío en la información. En efecto, a la fecha no se cuenta con ningún registro sistemático y ordenado que señale la cantidad de emisiones de CO₂ que se generan desde los hogares, al menos parcialmente, tal y como aquí se estimó para el consumo de energéticos.

La relación negativa de las emisiones de CO₂ con el tamaño del hogar se comprobó en el análisis econométrico. Los resultados presentados, aun cuando no incluyen el total del gasto, o bien, el consumo es parcialmente analizado, es posible identificar algunos patrones y comportamiento interesantes. Por ejemplo, se coincide con los hallazgos de Underwood y Zahran (2015), Cruz Islas (2016), Fremstad *et al.* (2018) y Gill y Moeller (2018), quienes argumentan la existencia de un efecto reductor, es decir, si el tamaño del hogar se incrementa hay más posibilidades de compartir gastos y por ello disminuyen las emisiones, presentándose las economías de escala en los hogares.

Además, se evidencia, la relación positiva entre el ingreso y las emisiones per cápita de CO₂, conclusiones a las que llegaron también Druckman y Jackson (2009), Shammin y Bullard (2009), Underwood y Zahran (2015) y Cruz Islas (2016), quienes analizan patrones de gasto de los hogares de ingresos altos y bajos, y por quintiles. Estos autores además coinciden en que el estilo de vida tiene mucho que ver con los gastos que se realizan en el hogar. Aquí se identificó que los hogares de bajos recursos gastan más en el servicio de energía eléctrica, y los hogares del quintil de más altos ingresos los destinan mayormente al consumo de gasolina.

El tema de la urbanización, arrojó que los hogares urbanos producen mayores emisiones de CO₂ a diferencia de los rurales, contrario a los resultados de Fremstad *et al.* (2018) y Gill y Moeller (2018) que sugieren menos emisiones en las ciudades atribuyéndolo al efecto densidad. El argumento es que las ciudades se comportarían como un hogar grande; sin embargo, el resultado obtenido en esta investigación es consistente con otros estudios como lo indican Heinonen *et al.*(2013) y Jones y Kammen (2014). Aunque, existe la postura

de Dodman (2009), quien menciona que no hay relación entre las emisiones de CO₂ elevadas y el tamaño de las ciudades, argumento que no se sostiene en esta investigación.

Respecto al gasto en transporte público, este solo resulta significativo para la región 1, 4 y a nivel nacional. Para estas dos últimas presentó un valor negativo, señalando que ante un aumento en el gasto en transporte público las emisiones disminuyen, lo anterior, puede estar relacionado con un efecto sustitución. Dado que, el uso del transporte público representa un sustituto en el uso del vehículo privado, y en cambio, si el hogar posee un vehículo se tiene un efecto positivo en el incremento de las emisiones (+65%), con relación a los hogares que carecen del bien. Al respecto, Gill y Moeller (2018) concuerdan en que los gastos de energía en los hogares y el transporte privado están vinculados principalmente al tamaño del hogar y la posesión o no del automóvil, por ejemplo, una familia que no posee automóvil tendrá mayores gastos en transporte público que en gasolineras dada la carencia del vehículo y viceversa. Vinculado al tamaño del hogar, una familia grande con vehículo emite menores emisiones porque tiene la posibilidad de compartir el gasto o uso del mismo, lo que equivale a menor gasto promedio en combustible.

En cuanto a equipamiento de vivienda, se consideraron algunos aparatos relacionados con cada tipo de energético (gasolina, gas L.P., gas natural y electricidad) y el estudio arrojó que la posesión de vehículo, refrigerador, estufa y ventilador implica mayores emisiones de CO₂ per cápita, a diferencia de los hogares que no los poseen, resultado que coincide con Cruz Islas (2016). Es pertinente mencionar que se prefirió su codificación como variables

dummy, en lugar del uso de variables continuas para evitar la influencia de outliers con hogares que registraron tener muchos aparatos.²¹

Por lo anterior, los resultados de este estudio son consistentes con la evidencia empírica que registran los estudios previos. No obstante, dentro de las limitaciones del estudio, quizás ejerza alguna influencia el hecho de que se utilizaron precios promedio por tipo de energético, esto para aproximar la cantidad de emisiones a través de la transformación del gasto. Lo deseable sería utilizar el registro de los precios efectivamente pagados por hogar, y mejor aun, utilizar las cantidades realmente consumidas de cada energético por los hogares. Otro elemento que podría mejorar el análisis es la incorporación de factores climáticos para ponderar de mejor manera el consumo.

Dentro del análisis econométrico, pese a tener tamaños de muestra muy grandes, las regresiones presentan residuos que no se ajustan a una distribución normal y cierto grado de heterocedasticidad. Aun cuando la dispersión de los residuos y el kernel parecen indicar problemas de poca consideración, se observan colas pesadas originadas principalmente por los valores de influencia (outliers), lo cierto es que este hecho podría tener efectos adversos pues los coeficientes pierden eficiencia debido a un mayor margen de error. Este problema se controló mediante la utilización de un modelo ponderado y con estimadores robustos. Así, los coeficientes seguirán siendo los mejores linealmente insesgados, y eficientes. Otra forma

²¹ Se registraron, por ejemplo, extrañamente, que algunos hogares tenían más de 10 aparatos.

de optimizar el estudio podría ser mediante una especificación estadística mejorada, o bien intentar un análisis numérico alternativo.

Una manera de enriquecer una estimación como la aquí presentada sería: estimar el total de emisiones de CO₂ que se derivan de los hogares, esto es, considerando el consumo total de bienes y servicios. En esta investigación solo se analiza el gasto de una parte del consumo (gasto de energéticos). Sería interesante conocer la aportación total de los hogares en cuanto emisiones de CO₂, a través, de las restantes categorías de gasto no incluidas en este análisis. Muchas de estas categorías están señaladas en la ENIGH, la cual podría servir de base para una posible extensión de este trabajo. Incluso, se podrían generar estudios de corte longitudinal a nivel nacional dada la representatividad de la base de datos para años previos, bajo el patrón presentado en este estudio o mediante otras técnicas de análisis que ayuden a complementar este estudio con la generación de una tabla de intensidades de generación de carbono (CO₂). Bajo esta nueva forma de análisis, se podría medir el consumo directo e indirecto de energía, asociado al gasto, en bienes y servicios en que incurren los hogares, y sobretodo considerando aquellos en los que se basa la estructura económica del país; así mismo, buscar asociaciones espaciales y realizar un análisis comparativo con otros países que tienen ya estimaciones similares.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.

En este trabajo se analiza el consumo de energéticos (gasolinas, diésel, gas L.P., gas natural y energía eléctrica) en los hogares de México, a través de su gasto y sus respectivas emisiones CO₂, para cada entidad federativa, además de realizar agrupaciones por región, tipo de energético y ámbito rural urbano. Se confirma la especulación planteada en la hipótesis de que si el tamaño de hogar se incrementa, las emisiones de CO₂ per cápita disminuyen, al menos para las emisiones que se generan a partir del consumo de energéticos como los aquí incluidos. En efecto, este es un estudio con ciertas limitantes pues no registra el consumo total de los hogares, y por tanto sus emisiones son solo un indicador, que aunque parcial, permite arribar a conclusiones interesantes. Por ejemplo, la relación negativa entre el tamaño del hogar y el nivel de emisiones se presenta a nivel nacional y para cada una de las regiones socioeconómicas de México. Esta relación negativa corrobora la existencia de economías de escala en la generación de CO₂ en los hogares de México. Se confirma también la relación positiva entre las emisiones de CO₂ con el ingreso, esto es, al tener mayores ingresos los hogares tienden a gastar más y por ende se refleja en mayores emisiones de CO₂.

Al observar la relación de las emisiones con las demás variables incluidas en el análisis, tenemos que, los hogares urbanos emiten más CO₂ que los rurales. Este resultado es congruente con estudios previos, también quizás porque en este estudio se analizan en mayor medida energéticos de uso urbano, y no se toman en cuenta combustibles alternos usados en las áreas rurales como leña o carbón. Al respecto, resulta interesante que el área rural tenga mayor emisión por el consumo de diésel, quizás por su utilización en actividades de producción agrícola, independientemente de su uso en vehículos propios. Por otro lado, la presencia de equipamiento del hogar como vehículo, refrigerador, estufa, y ventilador, todos

ellos son propulsores de las emisiones de CO₂, en comparación con los hogares que no cuentan con dicho equipo. El tener este equipamiento está relacionado con la posesión de ingresos que permitan su adquisición, lo que permite especular que los hogares de bajos recursos emiten menos porque no tienen la posibilidad de acceso a dichos propulsores.

Se encontró en la composición del gasto de los energéticos analizados que los hogares gastan más en gasolina magna y en segundo sitio en energía eléctrica. Además, los quintiles con mayores ingresos tienen mayores emisiones por el consumo de gasolina magna, mientras que los quintiles bajos por consumo de energía eléctrica. Lo interesante es que la electricidad tiene mayor factor de intensidad de emisión de CO₂, por lo que, aun cuando el gasto en gasolina magna sea superior, las emisiones son mayores por consumo de energía eléctrica.

Algo importante de este trabajo es que genera la primera base de datos de emisión de CO₂ por los hogares de México, a nivel estado y región, algo que no existe en los datos oficiales disponibles. Aportación que coadyuva al cumplimiento, aunque de manera parcial, de la Ley General de Cambio Climático (2018). Dicha Ley busca tomar acciones de gestión al cambio climático y por ello sugiere a las entidades federativas medir sus niveles de generación de GEI. Contar con las emisiones generadas en esta investigación puede ser un comienzo, algo para dar pie a la construcción de una base de datos más completa, complementaria a las ya señaladas para el contexto mexicano, con la consecuente ventaja de que podrían servir para la generación de medidas para el control de emisiones. La reflexión final va por el sentido que vale la pena explorar algunas opciones por el lado del consumo, o la demanda de bienes y servicios, esto es importante porque el grueso de la política de cambio climático se concentra en medidas de control desde de la producción o la oferta, principalmente desde la industria y como se mencionó, poco se ha explorado el consumo de

los hogares en México y su contribución en las emisiones de CO₂, pese a que la evidencia empírica muestra la relevancia de incluir, bienes de consumo importado, para con ellos apoyar una política de cambio más robusta. Quizás valga la pena pensar en la posibilidad de generar incentivos económicos para impulsar en los hogares el consumo de energías limpias, amigables con el medio ambiente, por ejemplo, electricidad que derive de paneles solares, el uso de biocombustibles, uso de automóviles híbridos, en programas que incentiven la movilidad por bicicletas o transporte público y/o el uso compartido de vehículos con familiares y amigos, entre otras medidas que propicien mejoras en la calidad de vida y mejoras al medio ambiente en México.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alarco Tosoni, G., 2006. Crecimiento económico y emisiones de CO₂ por combustión de energéticos en México, 2005-2030. *Economía Mexicana. Nueva época*, 15, 291–325.
- Andersen, O., Gössling, S., Simonsen, M., Walnum, H.J., Peeters, P., and Neiberger, C., 2010. CO₂ emissions from the transport of China's exported goods. *Energy Policy*, 38 (10), 5790–5798.
- Auffhammer, M. and Carson, R.T., 2008. Forecasting the path of China's CO₂ emissions using province-level information. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55 (3), 229–247.
- Bravo, D. and Vásquez, J., 2008. *Microeconometría aplicada*. Chile: Centro de Micro Datos.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018. *Ley General de Cambio Climático*. Diario Oficial de la Federación 19-01-2018. México.
- Catalán, H., 2014. Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 389, 19–37.
- Chitnis, M., Druckman, A., Hunt, L.C., Jackson, T., and Milne, S., 2012. Forecasting scenarios for UK household expenditure and associated GHG emissions: Outlook to 2030. *Ecological Economics*, 84, 129–141.
- Cruz Islas, I.C., 2016. Emisiones del CO₂ en hogares urbanos. El caso del Distrito Federal. *Estudios demográficos y urbanos*, 31 (91), 115–142.
- Davis, S.J. and Caldeira, K., 2010. Consumption-based accounting of CO₂ emissions.

Proceedings of the National Academy of Sciences, 107 (12), 5687–5692.

Dodman, D., 2009. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization*, 21 (1), 185–201.

Druckman, A. and Jackson, T., 2009. The carbon footprint of UK households 1990–2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input–output model. *Ecological Economics*, 68 (7), 2066–2077.

Duarte, R., Mainar, A., and Sánchez-Chóliz, J., 2012. Social groups and CO2 emissions in Spanish households. *Energy Policy*, 44, 441–450.

Fremstad, A., Underwood, A., and Zahran, S., 2018. The Environmental Impact of Sharing: Household and Urban Economies in CO2Emissions. *Ecological Economics*, 145 (August 2017), 137–147.

Gill, B. and Moeller, S., 2018. GHG Emissions and the Rural-Urban Divide. A Carbon Footprint Analysis Based on the German Official Income and Expenditure Survey. *Ecological Economics*, 145 (October 2016), 160–169.

Gujarati, D.N. and Porter, D.C., 2010. *Econometría*. 5a ed. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. A.

Gutiérrez, M.T., Medellín, P., and Ábrego, C., 2016. Factores determinantes de las emisiones de CO2 asociadas al uso de combustibles en el sector industrial de San Luis Potosí. *Investigación y Ciencia*, 24 (68), 22–28.

Heinonen, J., Jalas, M., Juntunen, J.K., Ala-Mantila, S., and Junnila, S., 2013. Situated

- lifestyles: I. How lifestyles change along with the level of urbanization and what the greenhouse gas implications are—a study of Finland. *Environmental Research Letters*, 8 (2), 025003.
- Huesca, L. and López, A., 2016. Impuestos ambientales al Carbono en México y su progresividad: una revisión analítica. *Economía Informa*, 398 (2010), 23–39.
- INECC, 2014. *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México*. México, D.F.
- INEGI, 2017a. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016: ENIGH: nueva serie: diseño muestral*. México.
- INEGI, 2017b. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016 : ENIGH: nueva serie: descripción de la base de datos*. México.
- INEGI, 2018. Regiones Socioeconómicas de México [online]. Available from: <http://sc.inegi.gob.mx/niveles/index.jsp> [Accessed 14 Jan 2018].
- Jardon, A., Kuik, O., and S.J. Tol, R., 2017. Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmósfera*, 30 (2), 87–100.
- Jennings, V.E., Lloyd-Smith, C.W., and Ironmonger, D.S., 2004. Global Projections of household numbers using age determined ratios. *The University of Melbourne*, (914), 1–46.
- Jiang, L. and O’Neill, B.C., 2004. The energy transition in rural China. *International Journal of Global Energy Issues*, 21 (1/2), 2–26.

- Jones, C. and Kammen, D.M., 2014. Spatial Distribution of U.S. Household Carbon Footprints Reveals Suburbanization Undermines Greenhouse Gas Benefits of Urban Population Density. *Environmental Science & Technology*, 48 (2), 895–902.
- Li, Y. and Hewitt, C.N., 2008. The effect of trade between China and the UK on national and global carbon dioxide emissions. *Energy Policy*, 36 (6), 1907–1914.
- Monroy Saldívar, S., 2008. *Estadística descriptiva*. 1a ed. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Munksgaard, J. and Pedersen, K.A., 2001. CO2 accounts for open economies: producer or consumer responsibility? *Energy Policy*, 29 (4), 327–334.
- Nicholson, W., 2008. *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones*. 9a ed. Cengage Learning Editores, S.A.
- Pizer, W., Sanchirico, J.N., and Batz, M., 2010. Regional patterns of U.S. household carbon emissions. *Climatic Change*, 99 (1–2), 47–63.
- Salvatore, D., 2009. *Microeconomía*. 4a ed. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Satterthwaite, D., 2008. Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and Urbanization*, 20 (2), 539–549.
- SENER, 2017. *Balance Nacional de Energía 2016*. México.
- SENER, 2018. Precios medios de energía eléctrica por sector tarifario [online]. *SIE*.

Available from:
<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IIIBC01> [Accessed
17 May 2018].

Shammin, M.R. and Bullard, C.W., 2009. Impact of cap-and-trade policies for reducing greenhouse gas emissions on U.S. households. *Ecological Economics*, 68 (8–9), 2432–2438.

Solís Ávila, J.C. and Sheinbaum Pardo, C., 2016. Consumo de energía y emisiones de CO2 del autotransporte en México y escenarios de mitigación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32 (1), 7–23.

Underwood, A. and Zahran, S., 2015. The carbon implications of declining household scale economies. *Ecological Economics*, 116, 182–190.

Varian, H.R., 2010. *Microeconomía intermedia*. 8a ed. España: Antoni Bosch, editor, S.A.

Zilio, M.I., 2008. Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y Sociedad*, 14 (22), 133–161.

ANEXO 1

Tabla A1.1 Factores de emisión (FE) para los diferentes tipos de combustibles.

Combustible	FE	Fuente:	URL
Gasolina	2.38	La Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531
Gasolina	2.37	Relación entre consumo y emisiones de CO2	http://motorfull.com/2007/03/relacion-entre-consumo-y-emisiones-de-co2
Gasolina	2.30	Emissiones Medida de CO2 por kWh de energía producida, España	https://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php
Gasolina	2.20	Calcula las emisiones de CO2 que produce tu coche, España	https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/
Gasolina	3.70	UPME-FECOC 2016, Colombia	http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/acercade.html
PROMEDIO	2.59		
Diesel	2.61	La Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531
Diesel	2.65	Relación entre consumo y emisiones de CO3	http://motorfull.com/2007/03/relacion-entre-consumo-y-emisiones-de-co2
Diesel	2.63	Emissiones Medida de CO2 por kWh de energía producida, España	https://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php
Diesel	2.47	Calcula las emisiones de CO2 que produce tu coche, España	https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/
Diesel	4.26	UPME-FECOC 2016, Colombia	http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/acercade.html
PROMEDIO	2.92		
Gas LP	2.96	La Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97533
Gas LP	3.00	Emissiones Medida de CO2 por kWh de energía producida, España	https://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php
Gas LP	3.05	UPME-FECOC 2016, Colombia	http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/acercade.html
PROMEDIO	3.00		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla A1.2 Estadística descriptiva de las emisiones de CO₂ por tipo de energético y región.

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max	C.V.
Emisiones de CO2 rurales por gasolina magna	25,576	7,250,091	124.48	291.98	0.00	10,695.42	2.35
Emisiones de CO2 urbanas por gasolina magna	44,735	26,212,507	242.50	452.98	0.00	11,667.73	1.87
Emisiones de CO2 rurales por gasolina premium	25,576	7,250,091	11.30	113.08	0.00	9,334.61	10.01
Emisiones de CO2 urbanas por gasolina premium	44,735	26,212,507	45.67	241.66	0.00	7,713.79	5.29
Emisiones de CO2 rurales por diésel	25,576	7,250,091	2.51	68.11	0.00	6,189.79	27.09
Emisiones de CO2 urbanas por diésel	44,735	26,212,507	1.36	35.87	0.00	4,126.53	26.36
Emisiones de CO2 rurales por gas LP	25,576	7,250,091	74.45	114.86	0.00	4,305.38	1.54
Emisiones de CO2 urbanas por gas LP	44,735	26,212,507	115.90	146.76	0.00	2,289.87	1.27
Emisiones de CO2 rurales por gas natural	25,576	7,250,091	1.36	18.52	0.00	1,442.29	13.58
Emisiones de CO2 urbanas por gas natural	44,735	26,212,507	29.80	113.23	0.00	4,326.87	3.80
Emisiones de CO2 rurales por energía eléctrica	25,576	7,250,091	135.93	215.94	0.00	8,743.64	1.59
Emisiones de CO2 urbanas por energía eléctrica	44,735	26,212,507	260.29	411.79	0.00	14,989.09	1.58
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 1	5,414	3,390,085	73.31	214.25	0.00	3,014.16	2.92
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 1	5,414	3,390,085	15.83	108.14	0.00	2,248.48	6.83
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 1	5,414	3,390,085	0.85	23.05	0.00	1,031.63	27.15
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 1	5,414	3,390,085	56.92	102.09	0.00	1,139.66	1.79
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 1	5,414	3,390,085	1.19	22.68	0.00	1,081.72	19.04
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 1	5,414	3,390,085	121.39	204.01	0.00	7,494.55	1.68
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 2	10,885	6,372,489	139.17	319.54	0.00	6,028.32	2.30
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 2	10,885	6,372,489	26.49	164.88	0.00	4,496.96	6.22
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 2	10,885	6,372,489	1.16	28.36	0.00	1,547.45	24.47
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 2	10,885	6,372,489	104.40	126.68	0.00	1,456.23	1.21
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 2	10,885	6,372,489	8.21	58.38	0.00	2,163.43	7.11
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 2	10,885	6,372,489	181.17	287.40	0.00	6,870.00	1.59
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 3	9,910	3,986,522	206.06	387.54	0.00	4,861.55	1.88
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 3	9,910	3,986,522	27.56	179.01	0.00	3,903.36	6.50
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 3	9,910	3,986,522	2.26	75.98	0.00	6,189.79	33.62
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 3	9,910	3,986,522	119.90	142.16	0.00	1,266.29	1.19
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 3	9,910	3,986,522	9.37	90.02	0.00	3,245.15	9.61
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 3	9,910	3,986,522	165.10	200.77	0.00	3,747.27	1.22
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 4	18,708	7,984,692	211.62	424.05	0.00	6,251.96	2.00
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 4	18,708	7,984,692	40.24	246.96	0.00	7,713.79	6.14
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 4	18,708	7,984,692	1.09	38.16	0.00	4,126.53	35.11
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 4	18,708	7,984,692	118.52	147.41	0.00	1,582.86	1.24
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 4	18,708	7,984,692	17.28	86.06	0.00	1,947.09	4.98
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 4	18,708	7,984,692	214.28	305.35	0.00	6,870.00	1.42
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 5	12,989	4,275,916	391.76	570.26	0.00	11,667.73	1.46
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 5	12,989	4,275,916	44.87	253.60	0.00	9,334.61	5.65
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 5	12,989	4,275,916	2.43	52.56	0.00	2,665.05	21.61
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 5	12,989	4,275,916	95.62	139.99	0.00	4,305.38	1.46
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 5	12,989	4,275,916	27.06	98.30	0.00	2,109.35	3.63
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 5	12,989	4,275,916	483.62	667.66	0.00	14,989.09	1.38
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 6	10,672	4,718,736	308.50	502.84	0.00	10,695.42	1.63
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 6	10,672	4,718,736	51.75	266.01	0.00	5,396.35	5.14
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 6	10,672	4,718,736	2.48	49.80	0.00	3,997.57	20.08
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 6	10,672	4,718,736	95.09	136.90	0.00	1,701.05	1.44
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 6	10,672	4,718,736	59.75	144.55	0.00	4,326.87	2.42
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 6	10,672	4,718,736	283.78	426.19	0.00	9,992.73	1.50
Emisiones de CO2 por gasolina magna en la Región 7	1,733	2,734,158	176.16	366.78	0.00	3,114.64	2.08
Emisiones de CO2 por gasolina premium en la Región 7	1,733	2,734,158	69.22	261.61	0.00	2,698.18	3.78
Emisiones de CO2 por diésel en la Región 7	1,733	2,734,158	1.41	28.88	0.00	722.14	20.54
Emisiones de CO2 por gas LP en la Región 7	1,733	2,734,158	160.07	178.33	0.00	2,289.87	1.11
Emisiones de CO2 por gas natural en la Región 7	1,733	2,734,158	59.16	164.91	0.00	1,514.40	2.79
Emisiones de CO2 por energía eléctrica en la Región 7	1,733	2,734,158	170.47	244.42	0.00	3,747.27	1.43

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: La tabla presenta promedios considerando todos los hogares de la base de datos.

Tabla A1.3 Estadística descriptiva de las emisiones de CO₂ por ámbito y región

Descripción	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max	C.V.
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 1	2,635	1,559,293	163.38	248.38	0.00	3,416.57	1.52
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 1	2,779	1,830,792	359.88	460.66	0.00	7,795.96	1.28
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 2	4,048	2,222,671	274.00	380.31	0.00	8,261.43	1.39
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 2	6,837	4,149,818	560.56	644.13	0.00	8,328.47	1.15
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 3	3,854	1,200,778	428.71	490.56	0.00	6,978.30	1.14
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 3	6,056	2,785,744	574.02	614.12	0.00	6,580.44	1.07
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 4	6,557	1,233,247	420.81	488.30	0.00	7,211.71	1.16
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 4	12,151	6,751,445	636.32	718.81	0.00	11,215.95	1.13
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 5	4,789	520,698	707.80	822.56	0.00	12,910.50	1.16
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 5	8,200	3,755,218	1,092.17	1,089.31	0.00	16,000.98	1.00
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 6	3,676	503,722	532.24	545.87	0.00	11,591.96	1.03
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 6	6,996	4,215,014	833.52	886.27	0.00	13,183.90	1.06
Emisiones de CO2 rurales globales para Región 7	17	9,682	372.72	488.23	0.00	2,004.38	1.31
Emisiones de CO2 urbanas globales para Región 7	1,716	2,724,476	637.42	658.20	0.00	5,424.61	1.03

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

*Nota: La tabla presenta promedios considerando todos los hogares de la base de datos.

Pruebas de colinealidad, heterocedasticidad y normalidad de la regresión de emisiones per cápita de CO₂ por los hogares (Ecuación 6).

Prueba de multicolinealidad.

Se dice que existe multicolinealidad si el promedio de todos los factores inflacionarios de la varianza (VIF por sus siglas en inglés) es mayor a 10, o si alguna de las variables presenta un valor superior a 10 (Bravo y Vásquez, 2008). Para la regresión estimada a través de MCO se puede ver que no existe multicolinealidad en el modelo (ver Tabla A1.4).

Tabla A1.4 Prueba de multicolinealidad.

Variable	VIF	1/VIF
Ingreso (ln)	1.57	0.63622
Refrigerador	1.27	0.787076
Vehículo	1.27	0.789735
Estufa	1.26	0.793172
Ámbito	1.15	0.871961
Gasto transporte público (ln)	1.11	0.897953
Tamaño del hogar	1.11	0.900092
Ventilador	1.07	0.932245
Mean VIF	1.23	

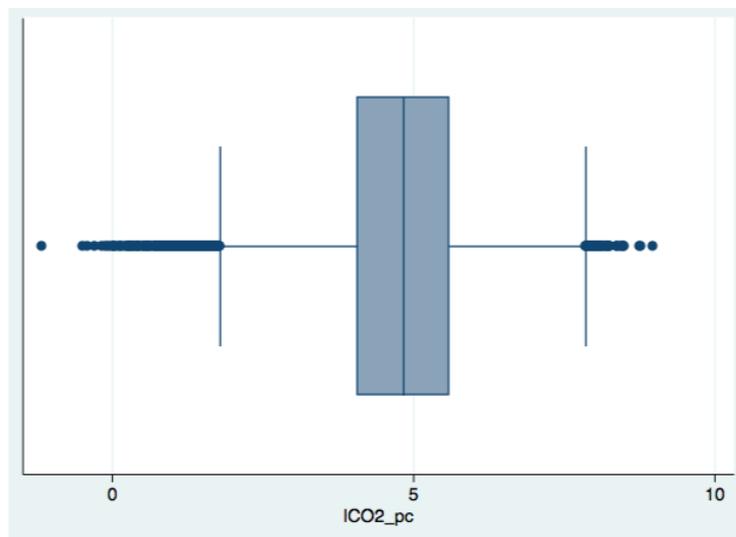
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Identificando valores de influencia (outliers).

Para identificar algún posible valor de influencia se procede de dos maneras: si se observa que una observación tiene de manera conjunta unos residuos de Student > 2 y $DFBETAS > 2(p/n)^{1/2}$ o otra forma es comparando el valor de $DFBETAS > 2/(n)^{1/2}$ y un Cook's $D > 0$, si se cumplen los dos criterios en alguna de las dos formas esto indicará que se trata una observación de influencia.

Para el modelo analizado, se obtienen los residuos de la regresión, los DF-BETAS de cada variable y después la lista de los valores de influencia, tomando en consideración los valores críticos ($DFITS=0.029294$, $COOK'S= 0.000429$ y $DFBETAS=0.009765$). Se detectaron 71 valores de influencia, que representan el 0.1% del total de observaciones analizadas. Estos valores podrían algunos de los que se observan alejados a ambos lados de los bigotes de la Gráfica A1.1, la cual registra los valores de la variable dependiente.

Gráfica A1.1 Diagrama de caja y bigotes para el Ln de la variable dependiente CO₂_pc

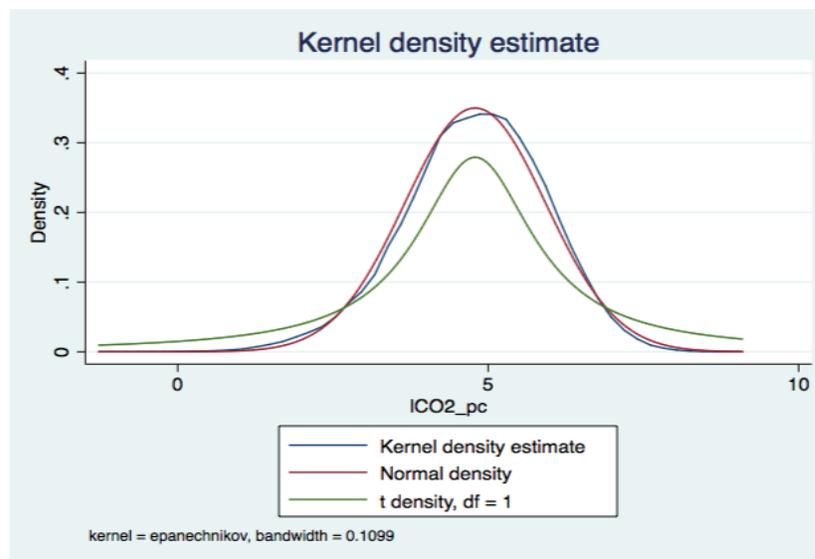


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Prueba de normalidad sobre los errores.

En el supuesto de normalidad de los residuos la principal preocupación se enfoca en observar si los datos tienden a ser asimétricos o tiene colas pesadas. La Gráfica A1.2 permite ver la distribución kernel en los datos de las emisiones per cápita (variable dependiente). Aunque el ajuste de los datos parece darse a una distribución normal, no se descarta la existencia de colas pesadas, motivo por el cual se realizan pruebas formales.

Gráfica A1.2 Densidad de Kernel de las emisiones de CO₂ per cápita (ln).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada sobre cada variable señala que las únicas variables que cumplen con la hipótesis de normalidad en los datos son ámbito, vehículo y ventilador, porque tienen un p-valor superior a 0.05 (ver Tabla A1.5).

En conjunto, al probar si los residuos de la regresión pasan la prueba de normalidad, se realizan las pruebas de Shapiro-Wilk W, la de Shapiro-Francia W, y la de Doornik-Hansen. En todas ellas, se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los errores (ver Cuadro A2.2., A2.3 y A2.4). Lo anterior pese a que el kernel de los valores ajustados de la regresión, y el kernel de los residuos, nos indiquen un ajuste aceptable a una distribución normal, según se puede observar más adelante en las Gráficas A1.3 y A1.4.

Tabla A1.5 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
CO2 per cápita (ln)	66764	0.99538	105.813	12.99	0.00000
Ingreso (ln)	70305	0.99692	73.398	11.98	0.00000
Tamaño del hogar	70311	0.97166	674.292	18.165	0.00000
Ámbito	70311	0.99999	0.208	-4.376	0.99999
Gasto transporte público (ln)	44014	0.98053	326.578	16.019	0.00000
Vehículo	70311	1.00000	0.112	-6.097	1.00000
Refrigerador	70311	0.99987	3.022	3.084	0.00102
Estufa	70311	0.99982	4.203	4.004	0.00003
Ventilador	70311	1.00000	0.035	-9.356	1.00000

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Cuadro A2.1. Prueba de normalidad de residuos Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residuos	44010	0.99664	56.394	11.159	0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Cuadro A2.2 Prueba de normalidad de residuos Shapiro-Francia

Shapiro-Francia W' test for normal data					
Variable	Obs	W'	V'	z	Prob>z
Residuos	44010	0.99663	76.471	12.509	0.00001

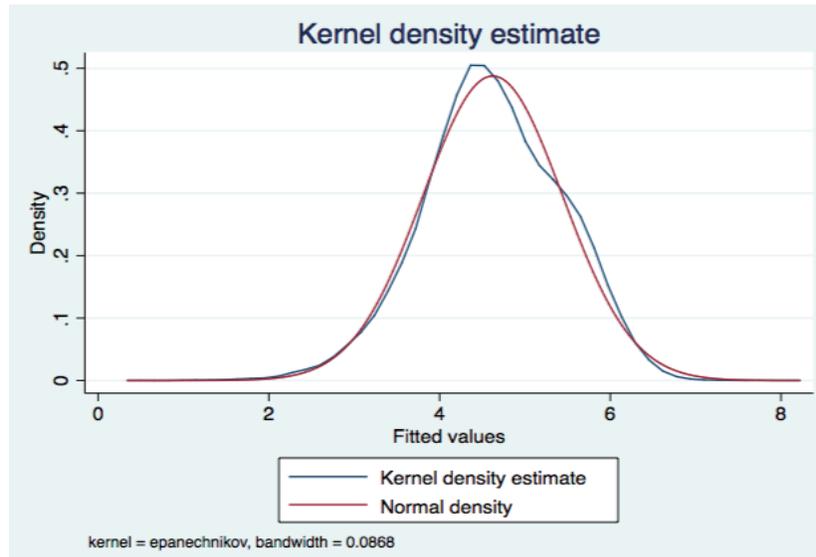
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Cuadro A2.3 Prueba de normalidad multivariada.

Test for multivariate normality	
Doornik-Hansen	chi2(18) = 3.94e+05 Prob>chi2 = 0.0000

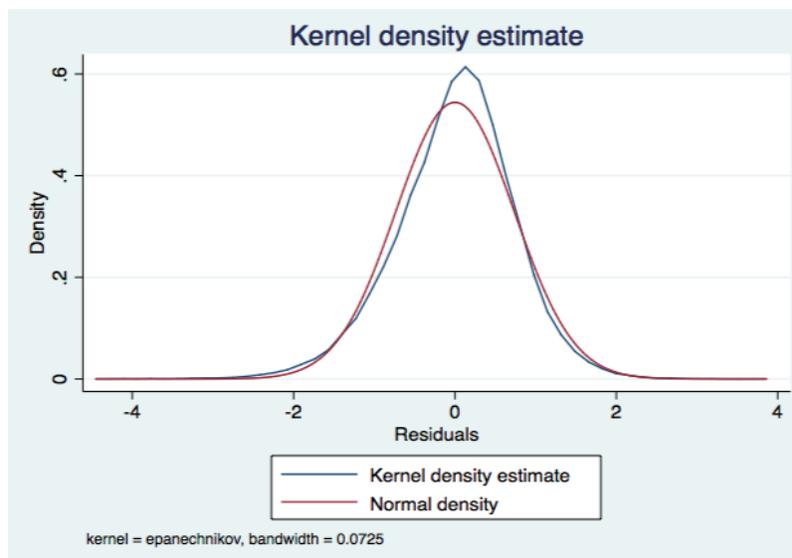
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Gráfica A1.3 Densidad de Kernel de valores ajustados.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

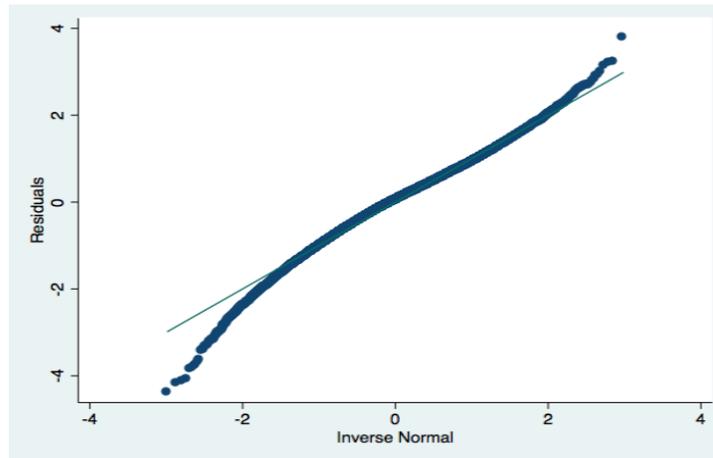
Gráfica A1.4 Gráfica de densidad de Kernel de residuos.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Para cerciorarnos de la posible existencia de colas pesadas en los residuos, se elabora un QQPlot, de donde se desprende que efectivamente, existen colas pesadas, especialmente en la sección izquierda (ver Gráfica A1.5). Este efecto de colas pesadas podría ser originado por la existencia de los valores de influencia (72), no obstante que la muestra es muy grande.

Gráfica A1.5 QQPlot de residuos de la regresión.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Prueba de heterocedasticidad.

La prueba de homocedasticidad se basa en hipótesis nula (H_0) de que los residuos tienen varianza constante. Si el p-valor < 0.05 se rechaza H_0 , es decir, los errores tendrían una distribución heterocedástica. Para el modelo calculado, se rechaza la hipótesis nula, es decir, las variables presentan heterocedasticidad (ver Tabla A1.6).

Tabla A1.6 Test de de heterocedasticidad.

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H_0 : Constant variance

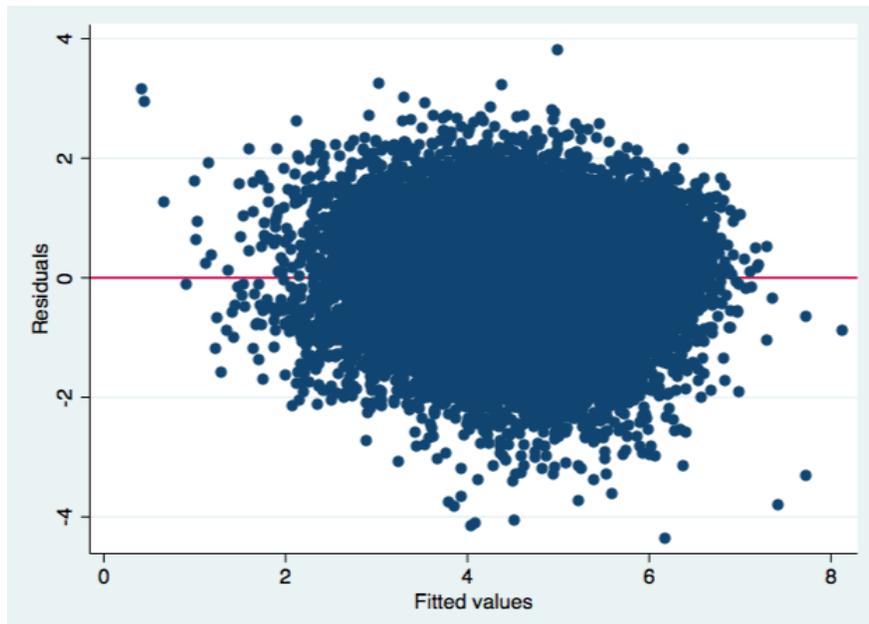
Variable	chi2	df	p	
Ingreso (ln)	164.35	1	0.0000	#
Tamaño del hogar	19.01	1	0.0000	#
Ámbito	108.19	1	0.0000	#
Gasto transporte público (ln)	11.59	1	0.0007	#
Vehículo	278.79	1	0.0000	#
Refrigerador	355.68	1	0.0000	#
Estufa	206.74	1	0.0000	#
Ventilador	9.55	1	0.0020	#
Simultaneous	617.78	8	0.0000	

unadjusted p-values

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

De igual manera que con el tema de normalidad de los residuos, aunque la prueba formal permite concluir que existe heteroscedasticidad, la Gráfica A1.9 de residuos vs valores ajustados se observa alrededor de una línea horizontal con una dispersión constante alrededor de una media igual a cero, pero con algunos valores alejados los cuales pueden ser puntos de influencia.

Gráfica A1.6 Residuos vs valores ajustados



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

ANEXO 2

Resultados de regresión de gasto en energéticos por los hogares.

Ecuación de gasto en energéticos:

$$lG_{ir} = \alpha_{ir} + \beta_{ir}lY_{ir} + \gamma_{ir}TH_{ir} + \delta_{ir}ambi_{ir} + \varepsilon_{ir}lgt_{ir} + \theta_{ir}vehi_{ir} + \lambda_{ir}refri_{ir} + \tau_{ir}estu_{ir} + \varphi_{ir}venti_{ir} + \mu_{ir}$$

Ecuación A2.1

En esta ecuación se espera que el ingreso (Y_{ir}), el tamaño del hogar (TH_{ir}), vehículos ($vehi_{ir}$), estufa ($estu_{ir}$), refrigerador ($refri_{ir}$) y ventilador ($venti_{ir}$) presenten una relación positiva con el gasto en energía (G_{ir}), mientras que la relación entre el gasto en transporte deberá presentar un signo negativo.

A nivel per cápita se usan la mismas variables, solo se transforma el gasto, en gasto per cápita (Gpc_{ir}) y el signo de tamaño del hogar se esperaría fuera negativo.

$$lGpc_{ir} = \alpha_{ir} + \beta_{ir}lY_{ir} + \gamma_{ir}TH_{ir} + \delta_{ir}ambi_{ir} + \varepsilon_{ir}lgt_{ir} + \theta_{ir}vehi_{ir} + \lambda_{ir}refri_{ir} + \tau_{ir}estu_{ir} + \varphi_{ir}venti_{ir} + \mu_{ir}$$

Ecuación A2.2

Las pruebas de multicolinealidad, heterocedasticidad y normalidad se efectúan sobre la Ecuación A2.1. No existe multicolinealidad en el modelo (ver Tabla A2.1). La distribución de los residuos presenta heterocedasticidad, y para aliviar sus efectos se ejecutó un MCO robusto (ver cuadro A2.1).

Tabla A2.1 Prueba de Multicolinealidad.

Variable	VIF	1/VIF
Ingreso (ln)	1.57	0.63622
Refrigerador	1.27	0.787076
Vehículo	1.27	0.789735
Estufa	1.26	0.793172
Ámbito	1.15	0.871961
Gasto transporte público (ln)	1.11	0.897953
Tamaño del hogar	1.11	0.900092
Ventilador	1.07	0.932245
Mean VIF	1.23	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Cuadro A2.1 Prueba de heterocedasticidad.

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity	
Ho:	Varianza constante
Variables:	fitted values of lgasto
chi2(1)	= 583.02
Prob > chi2	= 0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

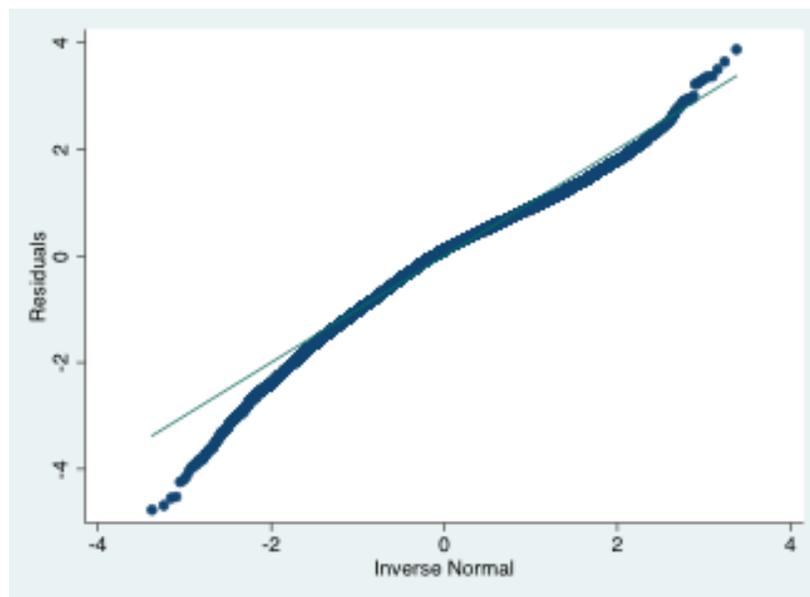
La prueba de Shapiro Wilk sobre los residuos rechaza la normalidad, el QQplot (Gráfica A2.2) muestra que existen colas pesadas.

Cuadro A2.2. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residuos	41951	0.9817	295.785	15.731	0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Gráfica A2.1 QQPlot de residuos del modelo de gasto



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

Los resultados del modelo de gasto se presentan a continuación. Cabe señalar que todas las variables son significativas y los signos de los coeficientes son los esperados. En el modelo 2, se puede observar la relación positiva del ingreso con las emisiones per cápita y la relación negativa de dichas emisiones con el tamaño del hogar.

Tabla A2.2. Resultados de la regresión de gasto.

	Modelo 1 Gasto (ln)	Modelo 2 Gasto per cápita (ln)
Ingreso (ln)	0.490*** (-0.0076)	0.480*** (-0.00765)
Tamaño del hogar	0.0275*** (-0.00242)	-0.239*** (-0.00263)
Ámbito	0.122*** (-0.00976)	0.134*** (-0.00986)
Gasto transporte público (ln)	-0.0151*** (-0.00382)	-0.0218*** (-0.00385)
Vehículo	1.201*** (-0.00941)	1.170*** (-0.0095)
Refrigerador	0.337*** (-0.0159)	0.319*** (-0.016)
Estufa	0.603*** (-0.0176)	0.578*** (-0.0178)
Ventilador	0.104*** (-0.00845)	0.103*** (-0.00853)
Constante	0.592*** (-0.0695)	0.600*** (-0.0702)
N	41951	41951
R-sq	0.563	0.564
AIC	103462.5	104151.6
BIC	103540.3	104229.4

Errores estándar en paréntesis.

* p<0.05

** p<0.01

*** p<0.001"

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENIGH 2016, PEMEX, SENER y SEMARNAT.

ANEXO 3

Reporte de base de datos con el software Stata.

```

obs:      70,311
vars:     161
size:     53,084,805
4 Jun 2018 12:01
  
```

variable name	storage type	display format	value label	variable label
folioviv	str10	%10s		Identificador de la vivienda
foliohog	str1	%1s		Identificador del hogar
gasto_tri	double	%12.0g		Gasto trimestral
gaso_diesel	double	%9.0g		Gasto en gasolina y diesel (suma de los dos combustibles)
diesel	double	%9.0g		Gasto diesel (trimestral)
gas	double	%9.0g		Gasto en gas natural y gas LP(suma de los combustibles)
gaslp	double	%9.0g		Gasto en gas LP (trimestral)
gas_nat	double	%9.0g		Gasto en gas natural (trimestral)
otros_combus	double	%9.0g		Gasto en otros combustibles
energia_elect	double	%9.0g		Gasto en energía eléctrica (trimestral)
gasolina	double	%9.0g		Gasto en gasolina magna y premium
magna	double	%9.0g		Gasto en gasolina magna (trimestral)
premium	double	%9.0g		Gasto en gasolina premium (trimestral)
lena	double	%9.0g		Gasto en leña (trimestral)
ing_tri	double	%12.0g		Ingreso trimestral
num_auto	double	%12.0g		Número de automóviles del hogar
num_van	double	%12.0g		Número de camionetas del hogar
num_pickup	double	%12.0g		Número de pickups del hogar
num_moto	double	%12.0g		Número de motos del hogar
num_refri	double	%12.0g		Número de refrigeradores del hogar
num_estuf	double	%12.0g		Número de estufas del hogar
num_venti	double	%12.0g		Número de ventiladores del hogar
ubica_geo	str9	%9s		Ubicación geográfica
ageb	str5	%5s		Area geoestadística básica
tam_loc	str1	%1s		Tamaño de localidad
est_socio	str1	%1s		Estrato socioeconómico
factor	double	%12.0g		Factor de expansión
clase_hog	str1	%1s		Clase de hogar
sexo_jefe	byte	%10.0g		Sexo del jefe del hogar
edad_jefe	double	%12.0g		Edad del jefe del hogar
educa_jefe	byte	%10.0g		Educación formal del jefe del hogar
tot_integ	double	%12.0g		Número de integrantes del hogar
mayores	double	%12.0g		Integrantes mayores
menores	double	%12.0g		Integrantes menores
p12_64	double	%12.0g		Integrantes de 12 a 64 años
p65mas	double	%12.0g		Integrantes de 65 años y mas
ing_cor	double	%12.0g		Ingreso corriente
gasto_mon	double	%12.0g		Gasto corriente monetario
publico	double	%12.0g		Transporte público
foraneo	double	%12.0g		Transporte foráneo
esparci	double	%12.0g		Esparcimiento
q.transpor	float	%9.0q		Gasto en transporte público y foráneo

Entidad	str2	%9s	Entidad federativa
Ambito	str1	%9s	
region_1	float	%9.0g	Región 1: 20 Oaxaca, 07 Chiapas, 12 Guerrero
region_2	float	%9.0g	Región 2: 04 Campeche, 13 Hidalgo, 21 Puebla, 24 San Luis Potosí, 27 Tabasco y 3
region_3	float	%9.0g	Región 3: 10 Durango, 11 Guanajuato, 16 Michoacán, 29 Tlaxcala y 32 Zacatecas
region_4	float	%9.0g	Región 4: 06 Colima, 15 México, 17 Morelos, 18 Nayarit, 22 Querétaro, 23 Quintana
region_5	float	%9.0g	Región 5: 02 Baja California, 03 Baja California Sur, 08 Chihuahua, 26 Sonora y
region_6	float	%9.0g	Región 6: 01 Aguascalientes, 05 Coahuila, 14 Jalisco y 19 Nuevo León
region_7	float	%9.0g	Región 7: 09 Distrito Federal
regiones	float	%9.0g	Regiones socioeconómicas de México INEGI
th	float	%9.0g	Tamaño de hogar (1=unipersonal, 2=2a4 y 3=5omás)
th2a4	float	%9.0g	Hogares integrados por 2-4 personas
th5omas	float	%9.0g	Hogares integrados por 5 o más personas
unipersonal	float	%9.0g	Hogares unipersonales
rural	float	%9.0g	
urbano	float	%9.0g	
ambi	float	%9.0g	Ambito rural o urbano (0=rural y 1=urbano)
gmag_rur	float	%9.0g	Gasto en gasolina magna en el ambito rural
gmag_urb	float	%9.0g	Gasto en gasolina magna en el ambito urbano
gpem_rur	float	%9.0g	Gasto en gasolina premium en el ambito rural
gpem_urb	float	%9.0g	Gasto en gasolina premium en el ambito urbano
Qmagna	float	%9.0g	Cantidad de gasolina magna (lt)
Qpremium	float	%9.0g	Cantidad de gasolina premium (lt)
Qdiesel	float	%9.0g	Cantidad de diesel (lt)
Qgaslp	float	%9.0g	Cantidad de gas LP (kg)
Qgas_nat	float	%9.0g	Cantidad de gas natural (m3)
C02_magna	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna (unidad KgC02)
C02_premium	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium (unidad KgC02)
C02_diesel	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel (unidad KgC02)
C02_gaslp	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP (unidad KgC02)
C02_gas_nat	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural (unidad KgC02)
Qenergia_ele	float	%9.0g	Cantidad de energía eléctrica (kWh)
C02energia_ele	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica (unidad KgC02)
C02_global	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales (unidad KgC02e)
num_vehi	float	%9.0g	Numero de vehiculos en el hogar
C02magna_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por gasolina magna
C02magna_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por gasolina magna
C02premium_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por gasolina premium
C02premium_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por gasolina premium
C02diesel_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por diesel
C02diesel_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por diesel
C02gaslp_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por gas LP
C02gaslp_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por gas LP
C02gas_nat_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por gas natural
C02gas_nat_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por gas natural

C02energia_el~r	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales por energía eléctrica
C02energia_el~b	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas por energía eléctrica
C02global_rur	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales
C02global_urb	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales
C02_magna_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 1
C02_premium_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 1
C02_diesel_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 1
C02_gaslp_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 1
C02_gas_nat_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 1
C02energia_el~1	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 1
C02_global_R1	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 1
C02_magna_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 2
C02_premium_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 2
C02_diesel_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 2
C02_gaslp_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 2
C02_gas_nat_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 2
C02energia_el~2	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 2
C02_global_R2	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 2
C02_magna_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 3
C02_premium_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 3
C02_diesel_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 3
C02_gaslp_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 3
C02_gas_nat_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 3
C02energia_el~3	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 3
C02_global_R3	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 3
C02_magna_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 4
C02_premium_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 4
C02_diesel_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 4
C02_gaslp_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 4
C02_gas_nat_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 4
C02energia_el~4	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 4
C02_global_R4	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 4
C02_magna_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 5
C02_premium_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 5
C02_diesel_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 5
C02_gaslp_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 5
C02_gas_nat_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 5
C02energia_el~5	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 5
C02_global_R5	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 5
C02_magna_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 6
C02_premium_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 6
C02_diesel_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 6
C02_gaslp_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 6
C02_gas_nat_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 6
C02energia_el~6	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 6
C02_global_R6	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 6
C02_magna_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina magna en la Región 7
C02_premium_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gasolina premium en la Región 7
C02_diesel_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por diesel en la Región 7
C02_gaslp_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas LP en la Región 7

C02_gas_nat_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por gas natural en la Región 7
C02energia_el~7	float	%9.0g	Emisiones de C02 por energía eléctrica en la Región 7
C02_global_R7	float	%9.0g	Emisiones de C02 globales en la Región 7
C02_perca	float	%9.0g	Emisiones de C02 per cápita
C02global_rur~1	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 1
C02global_urb~1	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 1
C02global_rur~2	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 2
C02global_urb~2	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 2
C02global_rur~3	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 3
C02global_urb~3	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 3
C02global_rur~4	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 4
C02global_urb~4	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 4
C02global_rur~5	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 5
C02global_urb~5	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 5
C02global_rur~6	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 6
C02global_urb~6	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 6
C02global_rur~7	float	%9.0g	Emisiones de C02 rurales globales para la región 7
C02global_urb~7	float	%9.0g	Emisiones de C02 urbanas globales para la región 7
qing	byte	%8.0g	5 cuantiles of ing_tri
gasto_combus	float	%9.0g	Gasto en combustibles en el ambito rural
gasto_combus~r	float	%9.0g	Gasto en combustibles en el ambito urbano
gasto_combus~b	float	%9.0g	Gasto en combustibles per cápita
gastocombus_p~a	float	%9.0g	

Sorted by: folioviv foliohog