

Las medidas tomadas por el lado de los ingresos públicos en apoyo a la economía familiar y a las empresas fueron desde la reducción de aranceles hasta:

...el aumento de cuotas de importación de productos básicos, para inducir una mayor oferta y una baja en los precios. También se redujo el precio del gas licuado en 10%, se congeló temporalmente el precio de la gasolina, y se extendió de dos a seis meses la cobertura de seguro social para los trabajadores que perdieran su empleo (Cuevas, 2013).

Y respecto al siguiente periodo, 2016 al 2018, la tendencia a la baja del consumo en los dos tipos de combustible fue precisamente en respuesta al incremento de precio que generó la reforma energética aprobada por el Senado de la República a finales del 2013, implementada durante la administración federal del 2012-2018, que implicó el retiro de los subsidios a los combustibles. Para contextualizar, en el fenómeno se presentan los datos de los años 1995, 2000, 2005, 2010 y 2015.

Ibarra & Sotres (2008) reconocen que las ciudades de la frontera norte del país fueron más sensibles a los problemas económicos del contexto internacional, precisamente por ser más receptoras de la intensidad de las relaciones binacionales. Esos años se presentó una caída en los viajes intrafronterizos por efecto de la crisis mundial, a lo cual se sumó la variación de precios de la gasolina; por tanto, presentaron una baja significativa en la demanda del carburante, un comportamiento más marcado en Baja California.

No obstante, las emisiones de CO₂ del SPMU de los EFNM se elevaron, lo cual se asocia al crecimiento del parque vehicular. Tanto la tasa de emisiones del sector energía como las correspondientes al transporte carretero fueron positivas, y la brecha de separación entre ambas fue cada vez más estrecha debido al mayor crecimiento que presentaron las emisiones de Transporte (tasas promedio anual de 12.65% vs. 18.90%, respectivamente). Por entidad, las emisiones de CO₂ por el uso de automóvil durante el periodo 2008-2018 fueron mayores en Tamaulipas y Baja California, seguidos por Sonora, Nuevo León y Coahuila (Tabla 9). Estos datos y su particular tendencia por entidad contrastan con la información de los inventarios consultados, lo cual explica porqué cuando estos publicaron tal información no se había contemplado la liberación del precio de las gasolinas ni el retiro de los subsidios a la misma, como tampoco la reforma energética que elevó los precios de los combustibles al consumidor. Por tanto, es recomendable tomar con cautela la tasa de crecimiento negativa de las emisiones de CO₂ e incluso la tasa positiva que presentó Chihuahua.

Tabla 9. Emisiones de CO₂ a la atmosfera por uso de automóvil en los EFNM, 2008-2018.

Año	MTon. CO ₂						Total
	B.C.	Coah.	Chih.	N.L.	Son.	Tam.	
2008	6.18	3.30	2.43	4.98	5.11	6.41	28.41
2009	5.32	2.71	2.25	4.48	4.55	6.01	25.32
2010	5.32	2.72	2.35	4.36	4.39	5.89	25.04
2011	5.57	2.64	2.24	4.29	4.34	5.75	24.83
2012	5.65	2.73	2.21	4.23	4.33	5.67	24.83
2013	5.36	2.79	2.23	4.10	4.29	5.59	24.36
2014	5.07	2.76	2.18	4.08	4.29	5.61	23.98
2015	5.70	3.21	2.51	4.75	4.92	6.15	27.24
2016	5.61	3.07	2.37	4.60	4.74	5.74	26.13
2017	5.45	3.03	2.53	4.82	4.82	5.82	26.47
2018	4.94	2.78	2.42	4.40	4.37	5.71	24.62
TCA	-1.96	-1.36	0.15	-1.00	-1.35	-1.06	-1.25

Nota: Datos en millones de toneladas.

Fuente: Elaboración propia con base en inventario de emisiones de GEI por entidad, publicado por Cocef (2010).

En todo caso, los datos estimados muestran que del 2008 al 2018, visto de largo plazo, la tasa de crecimiento promedio anual de las emisiones de CO₂ presenta una tendencia negativa (Figura 10), lo cual significaría una baja en la generación de tales emisiones. En términos ecológicos, la tendencia es positiva.

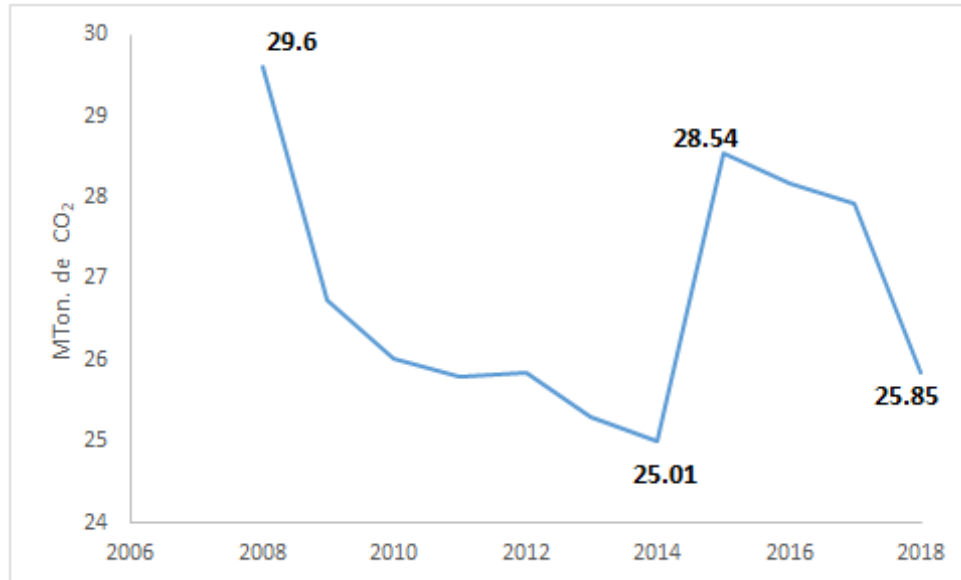


Figura 10. Variación de las emisiones totales de CO₂ en las EFNM, 2008-2018.

Fuente: Elaboración con base en inventarios de emisiones de GEI por entidad federativa y proyecciones correspondientes (Cocef, 2010).

Sin embargo, la interpretación no es tan sencilla. Es necesario observar los factores que pudieron determinar tal comportamiento y revisar el origen de los datos retomados en tal procedimiento metodológico. En esa perspectiva, otra variable considerada en esta aproximación metodológica ha sido precisamente considerar el costo económico de tales emisiones. Al hacer los cálculos correspondientes, se obtuvo una tendencia contraria. La tendencia contraria se explica porque el procedimiento de estimación de valor de las emisiones integra el precio que tuvo para la población la adquisición de energía, además de la temperatura media del sitio donde se originaron las emisiones. En ese sentido, los ajustes en el costo del energético se reflejan en los sistemas adyacentes, mientras que el rendimiento económico se refleja en la estimación de las externalidades correspondiente a las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Esto, en el caso del SPMU, permite establecer a través de un lenguaje común, equiparable, el comportamiento de variables correspondientes a los sistemas económico y ambiental involucrados y orientar la toma de decisiones más convenientes.

El gasto monetario para la compra de gasolinas presentó una tasa de crecimiento promedio anual de 129.17% del 2008 al 2018, ligeramente menor a la tasa del 117.6% que presentó el costo estimado de la disipación de energía a la atmósfera en el mismo periodo. En los dos casos, la estimación monetaria y ecológica de las emisiones se mantuvo creciente, y el diferencial de las tasas de valor en ambas estimaciones (costo de gasolina y costo de emisiones) se mantuvo constante y relativamente creciente. La tendencia creciente en relación con el aprovechamiento de la energía fue superada por la del rendimiento económico, explicada a su vez por el fuerte aumento del precio del energético (Figura 11).

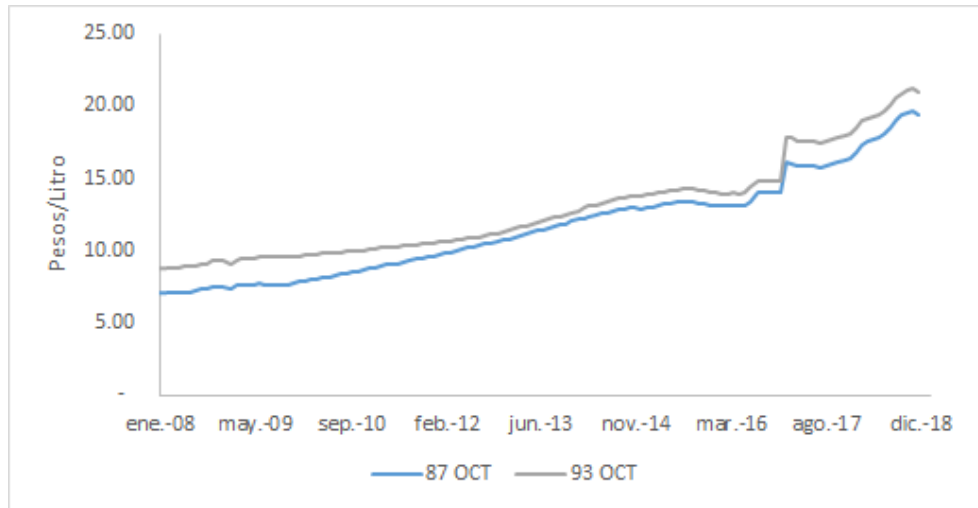


Figura 11. Precios mensuales de las gasolinas en México al público.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE, 2020).

Los cambios que presentó el precio del carburante -y por ende su demanda de consumo- se asocian en gran parte con las variables macroeconómicas del contexto internacional y nacional. La tendencia creciente de los precios de la gasolina en México afectó el consumo o demanda de tal insumo a partir del 2016, a lo cual se sumó, en el caso de las ciudades de la frontera con Estados Unidos, la caída que presentó la intensidad de interacciones fronterizas debido a la crisis mundial. La movilidad urbana y el uso de transporte sufrieron afectaciones, y fue cada vez más notoria la necesidad de adoptar alternativas de traslado más sustentables.

El ejercicio de valoración económica de las externalidades del SPMU de los EFNM, en este caso de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, mostró un rendimiento ecológico positivo que fue superado por el rendimiento económico, siendo este último el que determinó el rendimiento ambiental del sector. Los problemas asociados al contexto macroeconómico mundial y nacional se transfieren al SPMU a través del precio de los carburantes que impacta la demanda de consumo y, finalmente, el rendimiento ambiental del sistema.

En esa lógica analítica, se puede afirmar entonces que el comportamiento del rendimiento ambiental del SPMU fue determinado por factores exógenos al sistema. Y tomando en cuenta el contexto actual de límites planetarios (World Wildlife Fund [WWF], 2018), se confirma la necesidad de impactar a la baja el calor disipado al sistema atmósfera (emisiones de CO₂).

En relación con el transporte, lo más adecuado será reforzar aquél que brinde oportunidades de movilidad de una forma segura, asequible, eficiente y sostenible, que garantice una mayor accesibilidad, productividad e integración económica entre zonas urbanas y rurales (Litman 2012, en Peralta, 2020). Asimismo, los programas de gestión urbana deberán considerar el fortalecimiento de opciones de transporte colectivo para desincentivar el uso del automóvil privado, por ejemplo, sistemas de transporte multimodales, de comunicación y vehículos que favorezcan procesos de mitigación ambiental Zhang & Ferrari, 2013, en Peralta, 2020).

El desafío está en cómo fortalecer, precisamente, ese tránsito de los sistemas de transporte y movilidad urbana actual hacia modelos de transporte alternativos, centrados en mitigar sus afectaciones sociales y ambientales.

Conclusiones

Los EFNM presentaron del 2008 al 2018 un proceso de asimetría entre el crecimiento poblacional y el parque vehicular en favor de este, indicativo de una tendencia al alza de la movilidad del SPMU. La reducción del índice de motorización confirma tal proceso, toda vez que se pasó de 7.82 habitantes por vehículo el primer año al 4.21 en el último, una baja de 46%, más unidades automotrices en circulación con menos tripulantes.

El contexto de crisis mundial afectó la economía nacional y el SPMU al impactar el precio de los carburantes y la demanda de consumo asociada a tal insumo. Tanto el consumo de gasolinas como las prácticas de traslado de la población sufrieron alteraciones por esas fluctuaciones constantes, y con tendencia creciente, que presentó el precio de los carburantes.

Las estimaciones realizadas permiten apreciar cómo esas variables transferidas al SPMU (precio y consumo de gasolina) impactan el rendimiento ambiental del sistema en general y en cada EFNM. Tanto el comportamiento del consumo de combustible como el de las emisiones de CO₂ presentaron una tendencia a la baja, pero en términos de valor (precio), la tendencia se revierte. Se observó una asimetría entre el incremento del gasto destinado a la compra de energéticos y la reducción de las emisiones de CO₂, pero al estimar el valor de estas últimas, se advierte que la variable de mayor impacto fue el incremento real del costo de los carburantes y no la intensificación de su consumo o demanda.

El esquema metodológico utilizado en este ejercicio en relación con el rendimiento ambiental como base conceptual y el enfoque eco integrador como guía analítica representa una aproximación al proceso de valoración de la sustentabilidad ambiental del sistema de transporte privado. El propósito ha sido visibilizar las interacciones sistémicas, ambientales y económicas, del SPMU. Se reconoce la necesidad de integrar más variables alusivas al contexto de cada entidad y metabolismo del sistema, pero la propuesta metodológica y los resultados obtenidos se presentan como un primer avance en esta línea de investigación, en el afán de coadyuvar a resolver las asimetrías en el abordaje de los costos/beneficios sociales y ambientales, características de los estudios económicos convencionales.

Referencias

- Borja, J. (2012). Ciudad y planificación. En M. Balbo, R. Jordán & D. Simoni (eds.), *Cuadernos de la CEPAL-la ciudad inclusiva* (pp. 81-104). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27814/S2003002_es.pdf
- Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E., & Rietveld, P. (2005). Efficiency of urban public transit: a meta analysis. *Journal of Transportation*, 32, 1-21. doi: <http://hdl.handle.net/10.1007/s11116-004-0939-4>
- Cuevas, V. M. (2013). La crisis hipotecaria subprime y sus efectos sobre México. *Análisis Económico*, 28(67), 123-151. <http://www.analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/170>
- Chacón-Anaya, D., Giner, M. E., Vázquez, M., Maldonado, J. A., Roe, S. M., & Anderson, R. (2010a). *Emisiones de gases de efecto invernadero en Coahuila y proyecciones de casos de referencia 1990-2025*. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef). <https://xdoc.mx/preview/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-coahuila-y-5dd0582602ca7>
- Chacón-Anaya, D., Giner, M. E., Vázquez, M., Maldonado, J. A., Roe, S. M., & Anderson, R. (2010b). *Emisiones de gases de efecto invernadero en Sonora y proyecciones de casos de referencia 1990-2020*. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef). <https://docplayer.es/11800994-Emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-sonora-y-proyecciones-de-casos-de-referencia-1990-2020.html>

- Chacon-Anaya, D., Giner, M., Roe, S., Maldonado, J., Lindquist, H., Strode, B., & Shreiber, J. (2010c). *Emisiones de gases de efecto invernadero en Tamaulipas y proyecciones de casos de referencia 1990-2025*. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef).
https://www.nadb.org/uploads/files/inventario_oficial_gei_de_tamaulipas_junio_2010.pdf
- Chacón-Anaya, D., Giner, M., Vázquez, M., Roe, S., Maldonado, J., Lindquist, H., & Schreiber, J. (2010d). *Emisión de gases de efecto invernadero en Nuevo León y proyecciones de Referencia 1990-2025*. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef).
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164936/2010_nl_inventario.pdf
- Chacon, D., Giner, M., Vázquez, M., Roe, S., Maldonado, J., Lindquist, H., & Shreiber, J. (2010e). *Emisiones de gases de efecto invernadero en Chihuahua y proyecciones de casos de referencia 1990-2025*. Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef).
https://www.nadb.org/uploads/files/inventario_emisiones_gei_chihuahua_junio_2010.pdf
- BNamericas (2010). [Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef)]. BNamericas.
<https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/comision-de-cooperacion-ecologica-fronteriza>
- Comisión Reguladora de Energía (CRE). (2020). *Precios de gasolinas y diésel*. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/cre/articulos/precios-vigentes-de-gasolinas-y-diesel>
- Diana, M., & Daraio, C. (2010). Performance indicators for urban public transport systems with a focus on transport policy effectiveness issues (Conference). *12th World Conference on Transport Research, 2010 (WCTR, 2010)*, Lisbon.
https://www.researchgate.net/publication/235910939_Performance_indicators_for_urban_public_transport_systems_with_a_focus_on_transport_policy_effectiveness_issues
- Davies, C., Harnisch, J., Lucon, O., Mckibbin, R. S., Saile, S. B., Wagner, F., & Walsh, M. P. (2006). Combustión móvil. En S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanbe (eds.), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2: Energía* (pp. 1–78). Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC).
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_0_Cover.pdf
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290. doi: <https://doi.org/10.2307/2343100>
- García, J., & Chávez, E. (2017). Valoración económica para la protección socioambiental de la vaquita marina, una especie endémica. *Región y Sociedad* 29(6), 5-29. <https://doi.org/10.22198/rys.2017.70.a818>
- García, A. (2018). Externalidades y cultura vial. Fenómenos en torno al uso del automóvil en Xalapa, Veracruz, México. *Clivajes. Revista de Ciencias Sociales*. 5(9) 170-184.
<https://clivajes.uv.mx/index.php/Clivajes/article/view/2539/4427>
- García, C. A., García, J. C., & Vaca, M. L. (2015). Valoración económica en salud y medio ambiente del control de contaminantes orgánicos persistentes en Colombia. *Revista Salud Pública*, 17(6), 951–960. doi: <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n6.51717>
- Haro-Martínez, A. A., & Taddei-Bringas, I. C. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía Sociedad y Territorio*, 16(46), 743-767.
doi: <https://doi.org/10.22136/est002014395>
- Hernández, P., & Camarena, B. (2020). El rendimiento ambiental del sistema privado de movilidad urbana desde el enfoque EcoinTEGRADOR. *Nova Scientia*, 12(24), 1-27. doi: <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2359>
- Ibarra, J., & Sotres, L. (2008). La demanda de gasolina en México: el efecto en la frontera norte. *Frontera Norte*, 20(39), 131–156. doi: <https://doi.org/10.17428/rfn.v20i39.998>
- Hernández-Arias, Pablo. (2021). *Propuesta metodológica para la evaluación del rendimiento ambiental del sistema privado de movilidad urbana: Hermosillo, Sonora, 2005-2015* (Tesis de Doctorado). CIAD, A.C.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México*. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/inecc/documentos/factores-de-emision-para-los-diferentes-tipos-de-combustible-fosiles-que-se-consumen-en-mexico>

- Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Producto Interno Bruto por entidad federativa 2017*. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/PIBEntFed2017.pdf>
- Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Vehículos en circulación 2017, información anual*. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/373/datafile/F4/V27>
- Mendoza, J. E. (2010). El mercado laboral en la frontera norte de México: estructura y políticas de empleo. *Estudios Fronterizos*, 11(21), 9-42. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-69612010000100001
- Montezuma, R. (2003). Ciudad y transporte. En M. Balbo, R. Jordán & D. Simoni (eds.), *Cuadernos de la CEPAL-La Ciudad Inclusiva* (pp. 175-191). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27814/S2003002_es.pdf
- Naredo, J. M. (2018). Orígenes y enfoques de la economía ecológica. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 35-48. doi: <https://doi.org/10.15446/ga.v21n1supl.75332>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: our common future*. ONU. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU)-Hábitat. (2015). *Por un mejor futuro urbano. Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México, 2014-2015*. Senado de la República y Grupo Mexicano de Parlamentarios para el Hábitat. <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Reporte-Nacional-de-Movilidad-Urbana-en-Mexico-2014-2015.pdf>
- Peralta, F. J. (2020). Sustentabilidad y transporte desde un enfoque de jerarquización para la ciudad de Mexicali, Baja California. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 35(1), 215-242. doi: <http://dx.doi.org/10.24201/edu.v35i1.1920>
- Rios, R. A., Arango, F., Vicentini, V. L., & Acevedo-Daunas, R. (2013). *Estrategias de mitigación y métodos para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estrategias-de-mitigaci%C3%B3n-y-m%C3%A9todos-para-la-estimaci%C3%B3n-de-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-el-transporte.pdf>
- Ripka, A., Luiz, C., & Hernández, A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 134-141. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Rojas, J. (2015). *Fallos del mercado: externalidades* (Monografía). Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31911/secme-19448.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Scheibe, R. R. (2009). *Motor vehicle fire research investigation. Computer-based training*. Depts.washington.edu. <https://depts.washington.edu/vehfire/welcome.html>
- Schmidt, S., Gil, J., & Castro, J. (1995). El desarrollo urbano en la frontera México Estados Unidos. Estudio Delphi en ocho ciudades fronterizas. *Frontera Norte*, 7(13), 49-66. <https://fronteranorte.colef.mx/index.php/fronteranorte/article/view/1522/0>
- Secretaría de Energía (Sener). (2017). *Sistema de Información Energética* (SIE). <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cveca=PMXE2C03>
- Secretaría de Energía (Sener). (2019). *Balance Nacional de Energía 2018*. <http://sie.energia.gob.mx>
- Sobrino, J. (2012). La urbanización en el México contemporáneo. En C. Martínez-Gómez, J. Martínez, G. Bay, F. Del Popolo, S. Huenchaun, D. Jaspers-Faijer & L. Cuevas (eds.), *Notas de Población* (pp. 93-12). Organización de las Naciones Unidas (ONU). https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/jaime_sobrino.pdf
- Soria, J. A., & Valenzuela, L. M. (2015). Dimensiones relevantes para la evaluación ambiental proactiva de la movilidad urbana. *Investigaciones Geográficas*, (87). doi: <https://doi.org/10.14350/ig.34416>
- Valdivia-Alcalá, R., Abelino-Torres, G., Lopez-Santiago, M. A., & Zavala-Pineda, M. J. (2012). Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(3), 435-447. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.07.044>
- World Wildlife Fund (WWF). (2018). *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto*. WWF. http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_planeta_vivo_2018.pdf