

# Leña, sustentabilidad, desigualdad y ciudades multiculturales

Firewood, sustainability, inequality and multicultural cities

**Andrés Enrique Miguel Velasco,\* Ruffo Cain López Hernández,\*\*  
Karina Aidee Martínez García,\*\*\* Luz Astrid Martínez Sánchez,\*\*\*\*  
Lizbeth Fabiola García Cruz\*\*\*\*\***

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial  
(CC BY-NC) 4.0 Internacional

*Perfiles Latinoamericanos*, 29(58) | 2021 | e-ISSN: 2309-4982

DOI: [dx.doi.org/10.18504/pl2958-005-2021](https://doi.org/10.18504/pl2958-005-2021)

Recibido: 13 de agosto de 2019

Aceptado: 14 de noviembre de 2020

## Resumen

Si el consumo de leña es desfavorable para el medio ambiente de las ciudades, ¿sucede esto en Oaxaca? El objetivo de este artículo es analizar, para el periodo 2000-2015, si el desarrollo sustentable de 17 de las ciudades de mayor población, que cumplen la función de lugar central en Oaxaca, México, se ve influido desfavorablemente por el uso de la leña en los hogares. Para ello, con datos documentales se han creado índices de desarrollo sustentable y vivienda con uso de leña, aplicando los análisis estadístico bayesiano, de regresión, y de redes. Los resultados indican que si aumentan los niveles de desarrollo de las ciudades, esto mismo sucede con el consumo de leña.

*Palabras clave:* ciudades, vivienda, desarrollo sustentable, leña, multiculturalidad, Oaxaca.

## Abstract

If the consumption of firewood is unfavorable for the environment of the cities, does this happen in Oaxaca? The objective of this article is to analyze, for the period 2000-2015, if the sus-

---

\* Profesor-Investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Oaxaca/Tecnológico Nacional de México | [andres.miguel@itoaxaca.edu.mx](mailto:andres.miguel@itoaxaca.edu.mx) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3319-0499>

\*\* Estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca/Tecnológico Nacional de México | [ruffolohe01@gmail.com](mailto:ruffolohe01@gmail.com) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3125-9544>

\*\*\* Estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca/Tecnológico Nacional de México | [aidee1005@hotmail.com](mailto:aidee1005@hotmail.com) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8481-0902>

\*\*\*\* Estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca/Tecnológico Nacional de México | [luzastrid.ms@gmail.com](mailto:luzastrid.ms@gmail.com) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4047-9311>

\*\*\*\*\* Estudiante de la Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca/Tecnológico Nacional de México | [lizbethgarciaacruz@gmail.com](mailto:lizbethgarciaacruz@gmail.com) | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3259-1186>

tainable development of 17 of the cities with the largest population, which fulfill the function of central place in Oaxaca, Mexico, is adversely influenced by the use of firewood in the homes. For this, with documentary data, have been created indices of sustainable development and housing with use of firewood, applying Bayesian statistical analysis, regression, and networks. The results indicate that if the levels of development of the cities increase, the consumption of firewood also increases.

*Keywords:* cities, housing, sustainable development, firewood, multiculturalism, Oaxaca.

## Introducción

La temática del presente artículo guarda relación con la sociología de las ciudades, pues, como afirma Lamy (2019, pp. 9-26), la “investigación urbana es intrínsecamente interdisciplinaria”. La sociología de lo urbano “ofrece una mirada complementaria a otras disciplinas que también se interesan por el fenómeno urbano; va mucho más allá del aspecto físico-espacial, pues la definición de la ciudad para los sociólogos urbanos se encuentra precisamente en la intersección entre lo social y lo espacial” (Lamy, 2019, p. 26). A la sociología urbana de hoy le interesan las desigualdades sociales a partir de los estudios sobre la segregación social, es decir, “en la inscripción en el tejido urbano de las desigualdades” (Lamy, 2019, pp. 14-15). En resumen, “La dimensión espacial de la ciudad no es otra cosa que la proyección de la sociedad sobre el territorio y la configuración de una matriz que la estructura” (Lamy, 2006).

Para este artículo se han elegido como área de estudio 17 ciudades cuya población es mayor a los 15 000 habitantes; son ciudades que, además de ejercer la función de lugar central, comprenden 40 municipios de las regiones socioeconómicas de Oaxaca, México (figura 1). Sus características son, por un lado, la desigualdad (Moreno *et al.*, 2020), y por otro, la multiculturalidad, ya que se ubican en zonas donde habitan 16 grupos étnicos y 177 variantes lingüísticas (Berumen & Miguel, 2003). Distinguido por poseer la mayor diversidad biocultural de México, el estado de Oaxaca muestra una estrecha relación entre las actividades de su población y la complejidad ecológica del territorio, lo cual, a su vez, mantiene una asociación con el ordenamiento territorial de las propias ciudades, pues de ello depende la satisfacción de sus necesidades energéticas respecto de los recursos naturales, como la leña, tanto de los hogares de las áreas marginadas, como para apoyo a actividades cotidianas de diversas empresas: restaurantes, panaderías, etcétera.



Las ciudades multiculturales oaxaqueñas y su proceso de desarrollo no escapan a esta situación. En su dinámica social actual, ellas se encuentran involucradas tanto en el aumento de su competitividad territorial (Sobrino, 2003), como en la necesidad de revalorar su bioculturalidad y los recursos naturales de sus regiones (Miguel *et al.*, 2016), lo que influye en la sustentabilidad de las propias ciudades, en la que el consumo energético, interrelacionado con el uso de la leña, ocupa un lugar relevante, y que es posible que esté subestimando no solo en los hogares rurales sino también en las ciudades, o en la propia Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto de los Hogares que detecta su uso (Sánchez, 2012).

A partir del proceso de internacionalización de la economía que inició en la década de 1990, se supone que todos los países se afanan por involucrarse en aspectos estratégicos relacionados con la funcionalidad de sus ciudades, este último un concepto vinculado al funcionamiento, utilidad o intereses de sus gobiernos, ciudadanos, microrregiones de influencia, o incluso, de otras localidades o ciudades, tomando como referencia la cantidad y calidad de su infraestructura, servicios, población, nivel de vida, capacidad administrativa, etcétera. Pero esta funcionalidad depende de los recursos naturales de todo tipo de que disponen las ciudades, como, por ejemplo, el agua o la leña —esta última relacionada con los recursos naturales de sus microrregiones—, y la generación de la energía que requieren las actividades cotidianas de muchas de sus empresas (restaurantes, panaderías, tortillerías, etcétera), y de sus hogares, en particular de sus zonas marginadas.

Si prevalece el patrón territorial actual en las ciudades mexicanas relacionado con la concentración de la población y las actividades, no solo se agudizará la inequidad y la desigualdad socioeconómica, sino que también se afectará el medio ambiente, tanto el propio de las ciudades, como el que tiene que ver con su área de influencia. En el estado de Oaxaca se reproduce el proceso de urbanización nacional, en el que las ciudades concentran la población y las actividades económicas en sus espacios de mayor centralidad, rodeadas de zonas marginadas carentes de infraestructura y servicios básicos. Como ha sido señalado (Lezama & Domínguez, 2006), este hecho trae consigo una presión demográfica sobre los recursos naturales y una creciente demanda de satisfactores humanos y de materia prima como la leña, llegando a situaciones de insustentabilidad, incluso de una alta dependencia de la ciudad respecto de entornos lejanos

En este contexto, en el que la sustentabilidad de las ciudades cobra especial relevancia, el objetivo del presente artículo es analizar cuál ha sido la influencia del uso de la leña en el desarrollo sustentable de las ciudades multiculturales de Oaxaca, México, en el periodo 2000-2015.

## Marco teórico-conceptual

### Características de la ciudad multicultural y su funcionalidad

En las regiones o microrregiones donde existe una bioculturalidad destacada, es factible que se consoliden “ciudades multiculturales”. Una ciudad multicultural es un espacio colectivo y continuo del territorio, adaptado y construido por diversas culturas amalgamadas, y que, en el caso oaxaqueño, conviven con pueblos originarios. Un “pueblo originario” es el conjunto de personas que descende de poblaciones asentadas por primera vez en un territorio (Rivera Mazorco & Arispe Barrientos, 2006), y que poseen historia, idioma, usos y costumbres, formas de organización y otras características culturales comunes. Asimismo, mantienen vínculos con su espacio de ocupación tradicional (Miguel *et al.*, 2016), lo cual favorece la mezcla de conocimientos modernos con saberes tradicionales relacionados con el consumo energético, incluido el uso de la leña.

Las ciudades multiculturales oaxaqueñas aún aspiran a convertirse en centros urbanos sustentables, es decir, aquellos que, para una misma oferta de servicios, minimizan el consumo de energía fósil y de otros recursos materiales, y que exploran al máximo los flujos locales satisfaciendo el criterio de conservación de *stocks* y de la reducción del volumen de residuos (Ascelrad & Comeford, 1999, pp. 67-74); son los mismos que deben superar diversos problemas socioeconómicos, entre los que sobresalen el crecimiento poblacional asentado anárquicamente, el desempleo, los conflictos sociales, la marginación, el rezago, y la desigualdad social y territorial.

Dicha desigualdad se expresa como una desproporción en el ingreso, el consumo o de algún otro indicador de bienestar o atributo de una población (Peppino, 2004, pp. 2-11), pero también como una desigualdad territorial derivada del uso de los recursos naturales (Cordera *et al.*, 2008), en el que se incluye el uso de la leña como un indicador de desigualdad que va asociado a la carencia de infraestructura y servicios básicos, sobre todo en los hogares de las zonas marginadas de las ciudades objeto de este estudio.

Las relaciones al interior y entre las ciudades multiculturales también obedecen a criterios jerárquicos: la posición de una urbe en la red y sus ventajas dependen de su especialización funcional y grado de centralidad, esto es, de su potencial para organizar las capacidades que requiere el desarrollo respecto de otras ciudades (Miguel *et al.*, 2015) no ajenas al dominio y las desigualdades preexistentes a nivel territorial.

La funcionalidad de las ciudades puede llegar a consolidar la desigualdad territorial intra e interurbana, lo cual explican las condiciones naturales y el

patrón de asentamiento poblacional (Cortéz & Porras, 2004). Acerca de esto, cabe anotar que la desigualdad intraurbana e interurbana en las ciudades de Oaxaca está aumentando (Moreno, 2019), tanto en sus áreas periféricas, como entre las propias ciudades.

## El impacto de la funcionalidad en los recursos naturales de las ciudades

En la historia de las ciencias sociales la percepción del vínculo entre el desarrollo de la población y el medio ambiente que lo rodea ha sido negativa; esto se ha analizado desde la visión malthusiana, por ejemplo, Ehrlich & Holdren (1971, pp. 1212-1217) relacionan el impacto de los recursos y su uso en la población, su dinámica y los cambios tecnológicos involucrados. Mientras que Cropper & Griffiths (1994, pp. 250-254) se ocupan de los recursos naturales renovables cuando examinan el nexo entre el crecimiento de la población y la deforestación, encontrando que la densidad poblacional aumenta la deforestación. Estos estudios consideran que el crecimiento poblacional contribuye a la degradación ambiental, y que sus efectos se modifican por el crecimiento económico y la tecnología moderna (González-Val & Pueyo, 2019, p. 33).

En el análisis de la relación entre población y recursos naturales destaca el paradigma rural-urbano. En cuanto a lo rural se evidencia cómo sus habitantes tienen diferentes formas de acceso, control, manejo y beneficio de los recursos naturales (Navarro & Ayala, 1992; Velázquez, 1996), sobresaliendo las experiencias con el manejo de recursos forestales, así como los cambios de uso de suelo mediante la deforestación de amplias superficies, para abastecer las zonas agrícolas o ganaderas (Merino, 1999, pp. 239-248). Estas perspectivas explican la conexión entre lo rural y los recursos naturales, marco en el que los factores institucionales, sociales y culturales se conservan como mediadores que determinan esa relación. Al respecto, Schteingart (1987, pp. 449-477) y Hiernaux & Lindón (1997, pp. 29-43) han identificado que las áreas urbanas afrontan problemas en la relación de la población con los recursos naturales, enfocándose en las periferias y retomando conceptos tales como “condiciones de vida” o “pobreza”, pero asociándolos a los elementos del medio construido (agua entubada, drenaje, energía eléctrica) y a la población de menores recursos (Salazar, 2000, pp. 39-44).

Al enfocarnos en los recursos naturales de las zonas rural-urbanas, queda claro que el crecimiento de la mancha urbana avanza sobre las zonas de bosque y las agrícolas, que los suelos rurales presentan una degradación avanzada, que el uso del suelo es inapropiado y que la población de bajos ingresos se instala

en las periferias de las ciudades. A la larga, este proceso deteriora los recursos naturales: suelo, recursos maderables, agua y el aire, lo que afecta a la sociedad en su conjunto.

Desde la perspectiva económica, el cuidado de los recursos naturales tiende a ser cambiante y, derivado de la expansión del comercio, induce a su disminución en diferentes regiones (Chichilnisky, 1994, pp. 851-874; Brander & Taylor, 1997, pp. 267-297; Karp *et al.*, 2001, pp. 617-648). Por otra parte, y luego de hacer endógena la aplicación de los derechos de propiedad, Copeland & Taylor (2009, pp. 25-49) han mostrado que la expansión del comercio se da en función de los cambios tecnológicos y el diseño de políticas del gobierno. En tanto que uno de los modelos teóricos más aceptados para confirmar lo anterior, y que retoma el factor territorial, se basa en el supuesto de que el espacio es homogéneo además de que recurre a la nueva geografía económica, la teoría del crecimiento endógeno y a la economía de los recursos naturales, las cuales a su vez se vinculan con la investigación de Martin & Ottaviano (1999, pp. 281-302), autores que combinan un modelo de crecimiento endógeno —similar al de Romer (1990, pp. 71-102) y Grossman & Helpman (1991)— con un marco que continúa el trabajo de Helpman & Krugman (1985) y González-Val & Pueyo (2019, p. 33).

De lo anterior podemos concluir que se requiere analizar el territorio para comprender la estructura de la formación espacial, es decir, el sitio donde se desarrollan las relaciones sociales de una ciudad y las formas de uso de los recursos naturales. La transferencia del territorio muestra la estructura de la relación individuo-sociedad-naturaleza, y es en ella en donde quedan reflejados los cambios territoriales. Así, y retomando la definición de territorio como aquello que comprende cualquier extensión de la superficie terrestre habitada por asentamientos humanos donde se conforman relaciones sociales basadas en recursos naturales en procesos de cambio, expresados en elementos de diferente escala, es posible identificar las áreas prioritarias para orientar y optimizar los esfuerzos de conservación de los recursos naturales para la provisión de un determinado servicio (Guevara *et al.*, 2015, p. 27), resultando de todo esto la exigencia de la sustentabilidad en el manejo, aprovechamiento y cuidado de dichos recursos.

Otros estudios al respecto destacan que si bien el proceso urbano determina la evolución de los procesos rurales en las grandes ciudades, también es cierto que los actores agrarios suelen utilizar diversas estrategias para sobrevivir y han impuesto modalidades específicas a la urbanización (Banzo, 2005, p. 237). Entre otras, el papel dado al territorio periurbano como portador de recursos escasos, como el agua, los bosques, la biodiversidad, la estabilidad de los componentes del suelo, etcétera, que son necesarios para un equilibrio

ecológico que permita la supervivencia de las ciudades (Méndez, 2005, pp. 98-99) y de los propios habitantes de las que se encuentran en países en desarrollo, y que aun recurren a sus recursos como la leña para satisfacer sus necesidades cotidianas.

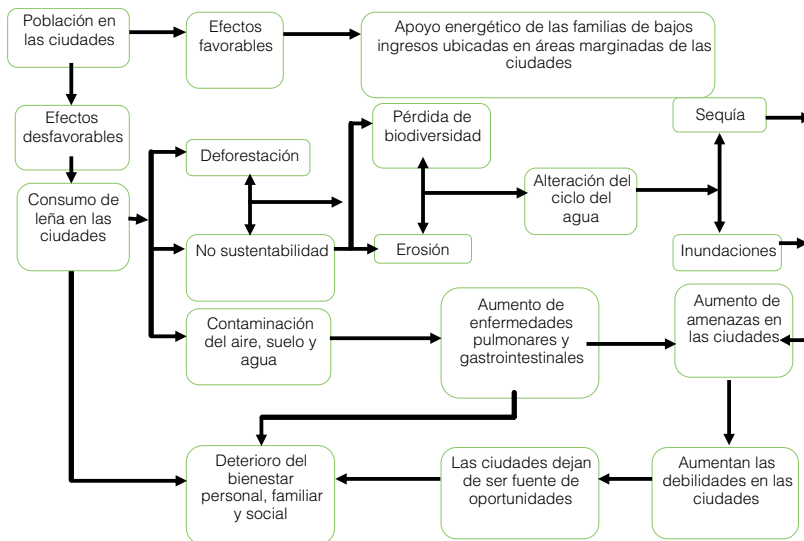
Ante esto, conviene señalar que, para que una región o territorio pueda organizar el futuro de sus recursos de un modo sustentable, debe tomar en cuenta el aspecto material-natural y el capital humano, el cual interactúa directamente con los recursos naturales y afecta el crecimiento económico. Un manejo no sustentable de los recursos naturales afecta el crecimiento en países con bajos niveles de capital humano. Bravo-Ortega & Gregorio (2005) han mostrado que un efecto de separación de la abundancia de los recursos naturales es positivo para el crecimiento en los países con abundancia de capital humano.

Por otro lado, Lederman & Maloney (2007, pp. 1-396) afirman que los países ricos que han explotado con éxito sus recursos naturales para el desarrollo, tales como Australia y Noruega, poseen niveles altos de crecimiento de capital humano, de donde concluyen que esos recursos se reducen solo cuando el nivel de capital humano es bajo. Sin embargo, Gylfason (2001, pp. 847-859) argumenta que la abundancia de los recursos naturales tiende a mover otras formas de capital, como el humano, el físico y el social. En resumen, las ciudades que no invierten en capital humano enfrentan dificultades para dejar de depender de productos primarios, y como resultado experimentan una limitada diversificación en sus economías (Zallé, 2018, p. 9), lo que tarde o temprano afecta la sustentabilidad de su desarrollo.

Desde el punto de vista de la funcionalidad de las ciudades, se esperaría que el manejo energético sustentable eficiente la mejore debido a las oportunidades que así generan, y que ello impulse a la población a buscar las que les oferten más y mejores ventajas para su bienestar. Pero si el manejo energético no es una fortaleza, termina convirtiéndose en una debilidad e incluso en amenaza, la que a su vez impulsa las desigualdades territoriales, los conflictos y la concentración anárquica del desarrollo urbano. El aumento de estas dificultades necesariamente implica enfrentar las necesidades de energía de las ciudades de manera sustentable para sus actividades cotidianas, lo que abarca el consumo de leña como recurso para satisfacerlas. Ahora bien, dado que los recursos naturales —particularmente el suelo, el aire, el agua, la flora y la fauna— dan a la sociedad una amplia gama de servicios de provisión, regulación y de soporte, base de la subsistencia de la población, y que generan desarrollo económico y social, deben manejarse sustentablemente para asegurar su preservación, y no se deben comprometer los servicios ambientales de las futuras generaciones ni causar problemas graves como la erosión o las sequías (figura 2).



Figura 2. Consumo de leña e impacto en el desarrollo sustentable de las ciudades



Fuente: Elaboración propia.

## Procedimiento metodológico

### Modelo de análisis e hipótesis

Existen metodologías con un enfoque técnico para el análisis del consumo de leña, por ejemplo, la propuesta por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia y la del Banco Mundial, las cuales proponen indicadores de gestión, resultado, efecto e impacto, a fin de comprobar el funcionamiento de un sistema energético tradicional, así como el efecto ambiental del uso de la madera como fuente energética para la cocción de alimentos (Díaz & Díaz, p. 90). En este artículo, enfocado más al impacto social del consumo de leña en las ciudades, se recurre a una metodología derivada de las teorías arriba descritas: la malthusiana, el paradigma rural-urbano, la visión económica, y básicamente la del desarrollo sustentable. En términos relativos, esta última califica desfavorablemente para el medio ambiente el manejo actual de los recursos naturales, y por ende para el consumo de leña. Desde el punto de vista funcional, el modelo metodológico de este artículo concibe este consumo como una debilidad para la sustentabilidad de las ciudades.

Así, se propone como hipótesis que el consumo de leña, una herencia de los pueblos originarios en los hogares de las ciudades de Oaxaca, reduce el desarrollo sustentable de las ciudades, es decir: que se espera una correlación negativa y significativa entre el consumo de leña y el desarrollo sustentable de las ciudades.

## Instrumentos para la base de datos

Para llevar a cabo el análisis se utilizaron distintos indicadores. Los relativos a la población se obtuvieron de los censos y conteos (INEGI, 2000, 2005, 2010b, 2015b; SNIEG, 2014); para el desarrollo, del índice de desarrollo humano nacional y del producto interno bruto (PNUD, 2012). Como ambientales se retomaron el consumo de agua por habitante —que corresponde al consumo individual para beber, limpieza, preparación de alimentos y otros usos domésticos—, y la generación de residuos sólidos para los municipios más urbanizados de Oaxaca (Semarnat, 2015). Para la actividad económica se utilizó la actividad turística (Sectur, 2013); en tanto que los datos respecto de los conflictos en Oaxaca se obtuvieron de SEVITRA (2017). Los indicadores de educación se tomaron de SEP (2012), INEE (2012) y de INAFED (2010); y los de salud de SALUD (2015a, 2015b, 2017; DGIS, 2016) y Katzman (1995, p. 11). En el cuadro 1 se resumen las variables consideradas en el análisis.

Acerca del consumo de leña, se tomó como base el total de viviendas que reportan su consumo (INEGI, 2000, 2005, 2010b, 2015b). A partir de estos datos, con el total de habitantes y con referencia a la madera del pino silvestre de los bosques templados, se calculó el consumo de leña en los hogares. Acerca de esto, se acepta que un metro cúbico de leña verde pesa aproximadamente 800 kg, pero si es leña seca aunque mojada, este peso se reduce a 700 kg; la misma cantidad, pero ya seca, pesa más o menos 600 kg después de cinco o seis meses en esa condición, y se reduce hasta los 500 kg si lleva un año de secado. No obstante, y a pesar de un año de secado puede pesar 600 kg si la mayor parte de sus troncos son de gran diámetro, más de 20 cm; o 400 kg si todos los troncos son delgados, es decir, que tengan menos de 6 cm de diámetro (Themol.be, 2019).

Tomando como referencia datos de plantaciones dendroenergéticas, se calcula el equivalente a los árboles consumidos considerando que la densidad inicial de una plantación de pinos es variable: 1110, 830, 625 y 400 árboles por ha; si bien la más frecuente es la primera, misma que posteriormente se somete a raleos para terminar en una densidad final de 250 árboles por ha (Gestión Forestal, 2019).

Cuadro 1. Indicadores y escalas de valoración de los índices del consumo de leña, funcionalidad estratégica y desarrollo sustentable

ÍNDICES	INDICADORES	VALORES
Índice de consumo de leña (Leña)	Viviendas con consumo de leña, volumen de leña consumido, total de árboles requeridos	Valores considerados para la correlación bajo la escala:
	Funcionalidad estratégica= (fortalezas + oportunidades) - (debilidades + amenazas)	0.00 a 0.20 (muy baja) 0.21 a 0.40 (baja) 0.41 a 0.60 (media) 0.61 a 0.80 (alta)
Índice funcionalidad estratégica (FEST)	Rango	Funcionalidad estratégica
	Mayor de 0.10	Aceptable
	Menor de 0.10 y mayor a -0.10	Transición
	-0.10 y menos	Débil
Índice de desarrollo sustentable (DSUS)	Factor económico (IE)	Unidades económicas (UE) Ingreso per cápita (I) Salud (SA)
	Factor social (IS)	Educación (EDU) Población (POB)
	Factor ambiental (IA)	Consumo de agua por habitante (CA) Generación de residuos sólidos (RS)
		$Y' = a + bXi$ donde $DSUS = a + b (FEST)$ donde $DSUS = Prom \sum (IE, IS, IA)$ $IE = Prom \sum (UE, I) ;$ $IS = Prom \sum (SA, EDU, POB);$ $IA = Prom \sum (CA, RS)$ Prom: promedio
	Fortalezas (FORT)	EDU: educación POB: población VIV: vivienda DSUS: desarrollo sustentable
	Oportunidades (OPOR)	TUR: turismo GEST: gestión pública
Debilidades (DEBI)	DESG: desigualdades sociales CONC: concentración territorial extrema	
Amenazas (AMEN)	CAMC: cambio climático CONF: conflictos sociales	

Fuente: Elaboración propia.

## Instrumentos para el análisis de la información

El análisis de la información tiene un enfoque cuantitativo que deriva de aplicar la técnica estadística de regresión; es de este modo que se obtiene la asociación entre variables, considerando los valores estandarizados de los indicadores para extraer los índices de desarrollo sustentable, consumo de leña y funcionalidad estratégica, con base en la metodología de Sepúlveda (2008).

Los indicadores referidos se transforman en probabilidades de ocurrencia mediante el teorema de Bayes, el cual consiste en partir de una situación en la que es posible conocer las probabilidades de que ocurra una serie de sucesos  $A_i$ ,

conociendo que ha ocurrido el suceso B (Salinas, 2019). Para analizar el uso de la leña en las ciudades, el teorema de Bayes es útil porque incorpora el contexto en el que se dan las variables, y a través del mismo se visualiza la probabilidad de ocurrencia de la problemática en cuestión.

Para comprobar la hipótesis se ha tomado como referencia el valor del coeficiente de correlación derivado de la regresión entre el valor del “índice del consumo de leña” (LEÑA) en las ciudades, y el “índice de desarrollo sustentable” (DSUS) de las ciudades para el periodo 2000-2015. La correlación será válida si  $\text{Corr}(\text{LEÑA-DSUS}) > 0.60$ , y que además posea una significancia  $\geq 90\%$ . El valor obtenido en sentido positivo o negativo se evaluará con la escala: 0.00 a 0.20 (muy baja), 0.21 a 0.40 (baja), 0.41 a 0.60 (media), 0.61 a 0.80 (alta), y 0.81 a 1.00 (muy alta). Asimismo se valora el comportamiento de las tendencias de las variables observando sus tasas de crecimiento en proporción de sus frecuencias.

El análisis de la relación funcional entre el consumo de leña y la funcionalidad se lleva a cabo mediante diversos indicadores (cuadro 1), además de la  $\text{Corr}(\text{LEÑA-FEST}) > 0.60$  y una significancia  $\geq 90\%$ , y el análisis de redes apoyándose en la matriz de correlaciones entre el consumo de leña y el índice de desarrollo sustentable, considerando las ciudades como nodos de una red  $G = (V, E)$ , donde  $V$  es su conjunto de vértices ( $v$ ) y  $E$  su conjunto de aristas. La centralidad de grado (CENT) se define como  $\text{CENT}(v) = \text{grado}(v)$ , donde la centralidad es la medida que corresponde al número de enlaces ( $r$ ) que posee un nodo con los demás. Si para cada nodo ( $v \in V$ ) se tiene la matriz de adyacencia, entonces la interacción de cada nodo  $j$ , equivalente a su centralidad de grado, puede definirse como  $\text{CENT}(j) = \sum_{rij} = \sum \{\text{Corr}(\text{LEÑA-DSUS})_{ij} / d_{ij}^2\}$ , donde  $d_{ij}$  es la distancia entre los nodos (ciudades), y las correlaciones existentes entre los nodos operan como elementos de un modelo gravitacional. Para la construcción de las “redes” respectivas se ha utilizado la aplicación del programa UCINET 6 para Windows, versión 6.572.

## Resultados

Las ciudades oaxaqueñas pueden clasificarse según estratos poblacionales: las pequeñas tienen menos de 50 mil habitantes, las medianas entre 50 y 100 mil habitantes, las grandes entre 100 y 250 mil habitantes. En tanto que se denomina zonas metropolitanas a las que poseen más de 250 mil habitantes. En el cuadro 2 y la figura 1 se indica su nomenclatura y parte de su información geográfica. La clasificación referida permite comparar entre ciudades, de modo que el tamaño o tipo de estas muestra las variaciones en su consumo de leña.

Cuadro 2. Ciudades de Oaxaca: ubicación regional y superficie territorial

Nombre oficial	Nombre cotidiano	Abreviatura	Población	% Población originaria	Coordenadas geográficas			Región en Oaxaca	Tipo de ciudad
					Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud msnm		
Ixtlán de Juárez	Ixtlán	IXN	8268	61.88	17°19'50"	96°29'14"	2030	Sierra Norte (76.3%) **	Pequeñas ciudades
San Juan Bautista Cuicatlán	Cuicatlán	CUI	9945	13.82	17°47'55"	96°57'35"	620	Cañada (71.5%)	
Teotitlán de Flores Magón	Teotitlán	TEO	9876	17.83	18°07'57"	97°04'20"	1067	Cañada	
Ciudad Ixtepec	Ixtepec	IXP	22 675	21.05	16°33'46"	95°06'00"	61	Istmo (31.5%)	
Loma Bonita	Loma Bonita	LOB	40 877	2.56	18°06'25"	95°52'50"	30	Papaloapan (38%)	
Matías Romero Avendaño	Matías Romero	MAR	40 709	12.00	16°52'20"	95°02'30"	198	Istmo	
Miahuatlán de Porfirio Díaz	Miahuatlán	MIA	32 555	9.56	16°19'42"	96°35'46"	1558	Sierra Sur (33.6%)	
Ocotlán de Morelos	Ocotlán	OCO	18 183	3.65	16°47'29"	96°40'30"	1513	Valles Centrales (16.4%)	
Puerto Escondido	Puerto	PES	32 471	3.41	15°51'43"	97°04'18"	65	Costa (31%)	
Heroica Ciudad de Tlaxiaco	Tlaxiaco	TLX	29 026	25.87	17°16'10"	97°40'45"	2063	Mixteca (36.1%)	
Crucecita	Huatulco	CRU	28 327	4.25	15°46'08"	96°08'06"	35	Costa	
Santiago Pinotepa Nacional	Pinotepa	PIN	44 193	19.04	16°20'17"	98°03'01"	199	Costa	
Heroica Ciudad de Huajuapán de León	Huajuapán	HJP	53 219	7.88	17°48'14"	97°46'33"	1584	Mixteca	Medianas ciudades
Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	Juchitán	JUC	78 512	57.49	16°26'00"	95°01'10"	20	Istmo	
San Juan Bautista Tuxtepec	Tuxtepec	TUX	133 913	13.42	18°05'10"	96°07'26"	20	Papaloapan	Grandes ciudades
Zona Metropolitana de Tehuantepec	ZMT	ZMT	145 567	12.75	16°19'28"	95°14'27"	44	Istmo	Zonas metropolitanas
Zona Metropolitana de Oaxaca	ZMO	ZMO	501,283	8.33	17°3'55"	96°43'25"	1567	Valles Centrales	

\*\* Porcentaje regional de población originaria.

Fuente: Tomado de Martínez (2018), con base en el Sistema de Información Municipal (SNIEM, 2014).

La población de Oaxaca se distribuye entre un 77% urbana y 23% rural, con un promedio de 41 habitantes por km<sup>2</sup> (INEGI, 2010b). El 34% de su población total se estima como originaria (INEGI, 2010a). Por su parte, la ZMO, el área urbana de mayor tamaño poblacional, cuenta con una superficie de 602.7 km<sup>2</sup> y una población de 659 234 hab., que equivalen al 16.62% del total estatal (INEGI, 2015b). Ixtlán reporta el mayor porcentaje de población originaria (61.88%),

y Loma Bonita la menor (2.56%). Y mientras la ZMO cuenta con el 8.33% de población originaria, el promedio de esta en las ciudades es del 17.34%, y por región del 42%; un dato que nos muestra que las ciudades de Oaxaca tienen características multiculturales propias (cuadro 2).

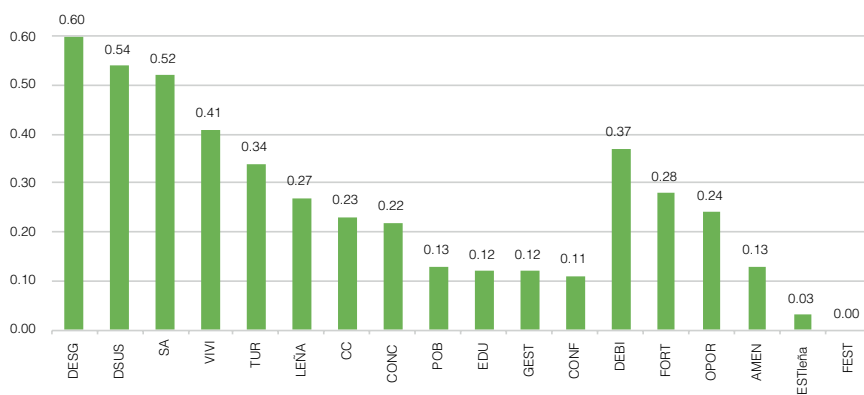
En 2015 las ciudades presentaban un nivel de desarrollo humano alto con valores por encima de 0.80, a excepción de Miahuatlán y Cuicatlán, cuyo índice de desarrollo era medio. Salvo Ixtepec, la tasa de crecimiento de 2000-2015 ha sido de aumento constante, lo que arroja un avance en el bienestar y desarrollo de las ciudades oaxaqueñas.

Las principales concentraciones de vivienda de Oaxaca se encuentran en las zonas metropolitanas. La más grande es la ZMO con 155 941 viviendas y la menor, Ixtlán con 1934. Es un rubro que ha crecido en esta entidad año con año. En 2010, se registraron 941 536 viviendas particulares, 94% con excusado, 94% con energía eléctrica, 70% con drenaje, 69% con agua entubada, aunque solo el 54% cuenta con todos los servicios a la vez. La conectividad en el municipio de Oaxaca, según INEGI (2015a), muestra que, de 64 344 viviendas, el 89.8% disponía de televisión, 78.8% de refrigerador, 55.9% de lavadora, pero solo el 28.9% de computadora. En relación con la telefonía móvil, 40% contaba con teléfono celular, un número más reducido con internet, y en 30% de las viviendas aún se utiliza la leña como recurso energético básico.

Respecto a las desigualdades, el 55% de la población vivía en las áreas geográficas con alta y muy alta marginación, que a su vez representaban el 60% de las mismas, en contraste con el 14% de la población con baja y muy baja marginación (Conapo, 2012). El impacto de la desigualdad se refleja en los factores que determinan la funcionalidad de las ciudades.

En tal sentido, al analizar los indicadores del desarrollo sustentable y la funcionalidad, los cálculos muestran que el valor promedio de las desigualdades (DESG, 0.60) en las ciudades de Oaxaca es alto, por encima del desarrollo sustentable (DSUS, 0.54), con un valor medio. En este nivel medio también se encuentran las debilidades (DEBI, 0.41) y la vivienda (VIV, 0.41). El consumo de leña (LEÑA, 0.27) ostenta un valor promedio. La funcionalidad estratégica, sin tomar en cuenta el consumo de leña (FEST, 0.00), manifiesta el menor valor comparada con los factores que la determinan. Cuando se incluye ese consumo, la funcionalidad con leña aumenta ligeramente su valor (0.03) (gráfica 1). En general, el valor de la funcionalidad del conjunto de las ciudades de Oaxaca indica que las fortalezas y oportunidades no superan sus debilidades y amenazas. Solo la Zona Metropolitana de Oaxaca y Puerto Escondido destacan por ofrecer más oportunidades de desarrollo que el resto de las ciudades.

Gráfica 1. Ciudades de Oaxaca: indicadores del desarrollo sustentable y la funcionalidad de las ciudades



Notas: TUR: turismo; EDU: educación; CONC: concentración territorial extrema; DESG: desigualdades sociales; POB: población; VIVI: vivienda; CAMC: cambio climático; CONF: conflictos sociales; GEST: gestión pública; LEÑA: consumo de leña; FORT: Fortalezas; OPOP: Oportunidades; DEBI: Debilidades; AMEN: Amenazas; DSUS: Desarrollo Sustentable; FEST: Funcionalidad Estratégica; FESTleña: Funcionalidad Estratégica con leña; SA: Salud.

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 3.

Cuadro 3. Consumo de leña, funcionalidad y desarrollo sustentable de las ciudades de Oaxaca, 2000-2015.

CIUDADES	FORT	OPOR	DEBI	AMEN	DSUS	FEST	FEST leña	CAMBIO FEST
ZMO	0.84	0.48	0.44	0.18	0.56	1.00	0.97	-2.73
PES	0.19	0.82	0.39	0.18	0.61	0.11	0.20	77.50
CRU	0.17	0.5	0.41	0.09	0.57	0.05	0.15	211.04
ZMT	0.32	0.33	0.39	0.2	0.57	0.04	-0.06	-259.37
TUX	0.29	0.28	0.45	0.1	0.49	0.10	-0.05	-154.00
HJP	0.21	0.39	0.42	0.14	0.62	-0.03	0.06	-341.47
JUC	0.2	0.29	0.44	0.24	0.5	-0.14	-0.10	-29.30
IXP	0.17	0.25	0.44	0.51	0.44	-0.48	-0.42	-12.34
OCO	0.15	0.31	0.39	0.16	0.47	-0.13	-0.05	-64.48
MIA	0.14	0.25	0.43	0.05	0.44	-0.11	-0.08	-24.49
IXN	0.11	0.29	0.45	0.1	0.52	-0.28	-0.19	-32.19
TLA	0.17	0.4	0.3	0.14	0.53	0.03	0.06	110.46
LOB	0.16	0.3	0.47	0.03	0.59	-0.07	0.02	-131.68
CUI	0.12	0.2	0.45	0	0.55	-0.14	-0.03	-76.06
PIN	0.19	0.17	0.32	0.01	0.55	0.03	0.03	18.12
MAR	0.18	0.23	0.36	0.01	0.61	0.03	0.16	366.16
TEO	0.12	0.22	0.4	0.01	0.57	-0.09	-0.10	15.82
PROMEDIO	0.22	0.34	0.41	0.13	0.54	0.00	0.03	-19.35

Notas: IXN: Ixtlán; CIU: Cuicatlán; TEO: Teotitlán; IXP: Ixtepec; LOB: Loma bonita; MAR: Matías Romero; MIA: Miahuatlán; OCO: Ocotlán; PES: Puerto escondido; TLX: Tlaxiaco; CRU: Huatulco; PIN: Pinotepa nacional; HJP: Huajuapán; JUC: Juchitán; TUX: Tuxtepec; ZMO: Zona Metropolitana de Oaxaca; ZMT: Zona Metropolitana de Tehuantepec. FORT: Fortalezas; OPOP: Oportunidades; DEBI: Debilidades; AMEN: Amenazas; DSUS: Desarrollo Sustentable; FEST: Funcionalidad Estratégica; FESTleña: Funcionalidad Estratégica con leña; CAMBIO FEST: Cambio de la Funcionalidad Estratégica.

Fuente: Elaboración propia.

El promedio estatal del consumo de leña es del 30% de los hogares. Por tipo de ciudad, el promedio de viviendas que consumen leña es mayor en las pequeñas (50%); y en estas, el consumo cotidiano de leña en los hogares también es el mayor. Por ciudad, y en relación con los valores relativos del uso de leña en los hogares, el hallazgo es que la mayor probabilidad de encontrar viviendas en las cuales se consume leña es en Ixtlán (11%), Cuicatlán (10%), Miahuatlán (9%), Tlaxiaco (8%), Pinotepa, Ocotlán y Tuxtepec (con el 7%) (cuadro 4).

Cuadro 4. Ciudades y regiones de Oaxaca: consumo, uso de leña y terrenos deforestados estimados por ciudad

Ciudades y regiones	Probabilidad de consumo (%)	Tasas de crec. (%)	Viviendas que usan leña	Ton. Promedio/año	Consumo de pinos	Ha consumidas	Terrenos 10x20 deforestados por ciudad
Z. Metropolitanas	4.14	2.53	13 869	6293	16601	1660	3320.00
Grandes	5.99	3.61	7218	5269	16522	826	3304.00
Medianas	5.17	1.81	2825	917	10834	310	2167.00
Pequeñas	8.81	1.67	1325	1290	2379	159	476.00
Cañada	1.29	7.57	1527.93	6.11	305.59	7 454 760	7454.76
Costa	2.44	5.99	7291.32	29.17	1458.26	35 574 360	35 574.36
Istmo	1.90	3.61	10 542.28	42.17	2108.46	51 435 800	51 435.80
Mixteca	2.36	5.67	4381.50	17.53	876.30	21 377 320	21 377.32
Papaloapan	2.77	5.87	11 067.75	44.27	2213.55	53 999 560	53 999.56
S. Norte	1.32	11.29	851.04	3.40	170.21	4 152 240	4152.24
S. Sur	2.93	9.03	3256.35	13.03	651.27	15 887 720	15 887.72
V. Centrales	3.48	4.54	10 866.66	43.47	2173.33	53 018 440	53 018.44
Estandarización de valores							
Z. Metropolitanas	0.00	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Grandes	0.40	1.00	0.47	0.81	0.99	0.44	0.99
Medianas	0.22	0.07	0.12	0.00	0.59	0.10	0.59
Pequeñas	1.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
Cañada	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00	0.52
Costa	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.52	0.31
Istmo	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.28	0.00
Mixteca	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.49	0.27
Papaloapan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.68	0.29
S. Norte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
S. Sur	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.75	0.71
V. Centrales	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	0.12

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2000, 2005, 2010b).

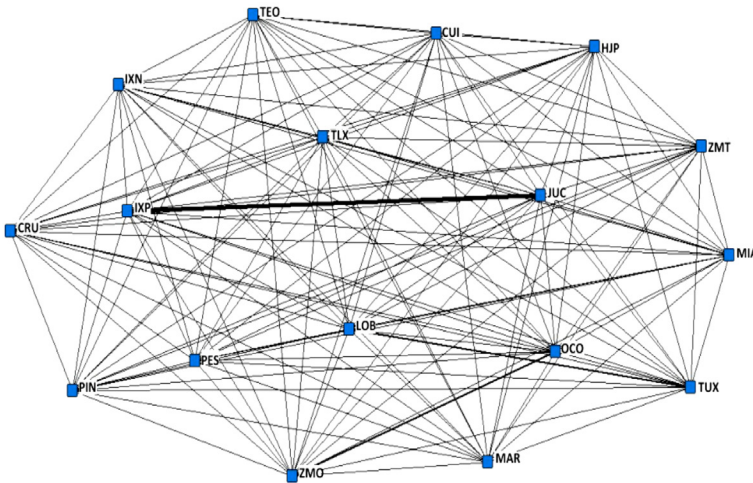
La estandarización de los valores del consumo de leña muestra que son las zonas metropolitanas y las grandes ciudades las de mayores tendencias de consumos de leña a nivel territorial, y que las medianas y pequeñas ciudades son



donde ese consumo es de menor crecimiento. Esto se replica en las regiones: las que tienen como lugares centrales a ciudades pequeñas (Cañada y Sierra Norte) consumen menos leña en términos absolutos; en tanto que en las regiones donde los lugares centrales son las grandes ciudades y zonas metropolitanas (Valles Centrales, Istmo y Papaloapan), el consumo es mayor.

En cuanto al crecimiento anual del consumo de leña, el conjunto de las ciudades de Oaxaca señala una tasa del 2.29%. Tuxtepec ostenta el mayor crecimiento (5.25%), seguida por Huajuapán (3.71%) y Puerto Escondido (3.35%). Las de menor crecimiento son Cuicatlán, Loma Bonita y Matías Romero con tasas de alrededor del 1.5%. También se observa que son las grandes ciudades donde más crece el consumo de leña (3.61% anual), y después de estas aparecen las zonas metropolitanas (2.53%). El menor crecimiento pertenece a las pequeñas ciudades (1.67% anual), donde destaca la población originaria. En todos los casos, estas tasas son superiores al crecimiento de la población en el estado de Oaxaca que en el periodo 2010-2015 fue del 1.4%, lo que indica que existe una tendencia a una mayor deforestación en el futuro inmediato por necesidades energéticas en las ciudades, y que estas necesidades no son satisfechas por otro tipo de energías.

Figura 3. Red de ciudades de Oaxaca según la relación consumo de leña-desarrollo sustentable



Nota: IXN: Ixtlán; CUI: Cuicatlán; TEO: Teotitlán; IXP: Ixtepec; LOB: Loma bonita; MAR: Matías Romero; MIA: Miahuatlán; OCO: Ocotlán; PES: Puerto escondido; TLX: Tlaxiaco; CRU: Huatulco; PIN: Pinotepa nacional; HJP: Huajuapán; JUC: Juchitán; TUX: Tuxtepec; ZMO: Zona Metropolitana de Oaxaca; ZMT: Zona Metropolitana de Tehuantepec. El color oscuro indica las interacciones más fuertes de la red.

Fuente: Elaboración propia con datos de los cuadros 3 y 5.

La interacción del desarrollo sustentable de las ciudades con el consumo de leña, que muestra la funcionalidad de las ciudades en este aspecto, arroja una red (figura 3) de muy baja densidad (0.00%), muy baja centralización (6.21%), y muy baja centralidad. Solo se advierte una relación espacial entre Ixtepec y Juchitán, y en menor medida entre Ocotlán y la Zona Metropolitana de Oaxaca, pero debido a la baja interacción existente en la red, las mismas pueden considerarse significativas localmente, pero no en el total del territorio, lo que indica que entre las ciudades no existe una relación que explique el consumo de leña del conjunto según los niveles de desarrollo existentes (cuadro 5), sino que cada una de ellas manifiesta una influencia, o actúa en sus microrregiones inmediatas.

Cuadro 5. Factores del desarrollo de las ciudades de Oaxaca, 2000-2015

Ciudades	TUR	EDU	CONC	DESG	POB	VIV	CAMC	CONF	GEST	LEÑA	CENT
ZMO	1.00	1.00	0.3	0.59	1.00	0.52	0.31	0.77	1.00	1.00	0.021
TUX	0.28	0.19	0.3	0.61	0.24	0.44	0.2	0.18	0.25	0.95	0.02
ZMT	0.33	0.22	0.12	0.66	0.24	0.50	0.39	0.10	0.22	0.69	0.006
MAR	0.23	0.06	0.14	0.59	0.05	0.43	0.11	0.03	0.04	0.00	0.016
PIN	0.17	0.06	0.06	0.59	0.07	0.44	0.20	0.14	0.06	0.32	0.003
JUC	0.29	0.06	0.30	0.59	0.14	0.40	0.14	0.22	0.12	0.25	0.071
HJP	0.39	0.12	0.30	0.55	0.11	0.41	0.24	0.06	0.10	0.15	0.005
TLA	0.40	0.06	0.00	0.59	0.05	0.40	0.26	0.01	0.04	0.22	0.006
IXP	0.25	0.01	0.30	0.59	0.03	0.47	0.15	0.08	0.02	0.04	0.073
MIA	0.25	0.03	0.30	0.57	0.06	0.34	0.22	0.00	0.03	0.30	0.011
PES	0.82	0.04	0.21	0.57	0.06	0.48	0.28	0.22	0.03	0.18	0.005
CRU	0.50	0.05	0.22	0.61	0.06	0.40	0.54	0.08	0.09	0.13	0.006
LOB	0.30	0.03	0.30	0.64	0.05	0.39	0.10	0.01	0.05	0.14	0.019
TEO	0.22	0.02	0.21	0.6	0.00	0.34	0.10	0.01	0.00	0.00	0.010
OCO	0.31	0.09	0.19	0.59	0.02	0.35	0.39	0.00	0.01	0.07	0.020
CUI	0.20	0.01	0.30	0.60	0.00	0.34	0.10	0.01	0.00	0.06	0.011
IXN	0.29	0.00	0.30	0.60	0.00	0.34	0.10	0.00	0.00	0.04	0.011
PROMEDIO	0.37	0.12	0.22	0.60	0.13	0.41	0.23	0.11	0.12	0.27	0.018

Notas: IXN: Ixtlán; CUI: Cuicatlán; TEO: Teotitlán; IXP: Ixtepec; LOB: Loma bonita; MAR: Matías Romero; MIA: Miahuatlán; OCO: Ocotlán; PES: Puerto escondido; TLX: Tlaxiaco; CRU: Huatulco; PIN: Pinotepa nacional; HJP: Huajuapán; JUC: Juchitán; TUX: Tuxtepec; ZMO: Zona Metropolitana de Oaxaca; ZMT: Zona Metropolitana de Tehuantepec. TUR: turismo; EDU: educación; CONC: concentración territorial extrema; DESG: desigualdades sociales; POB: población; VIV: vivienda; CAMC: cambio climático; CONF: conflictos sociales; GEST: gestión pública; LEÑA: consumo de leña; CENT: centralidad de grado.

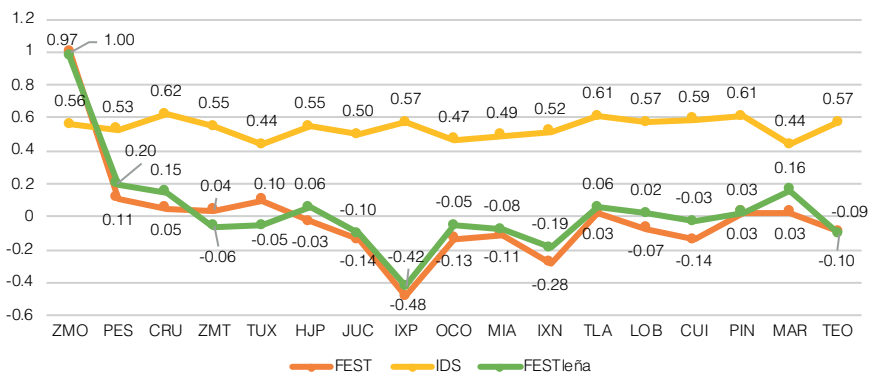
Fuente: Elaboración propia con base en datos de SNIEG (2014), INEGI (2000, 2005, 2010b, 2015b), PNUD (2012), Sector (2013), Semarnat (2015) y SEVITRA (2017).

Por volumen, las ciudades que consumen más toneladas de leña al año son la Zona Metropolitana de Oaxaca, Tuxtepec y la Zona Metropolitana de Tehuantepec; y las que menos: Ixtlán, Teotitlán y Cuicatlán. Las zonas me-

tropolitanas, con 6293 ton, y las grandes ciudades, con 5269 ton, son las que consumen más volumen de leña por año; y las ciudades medianas (917 ton), las que menos. En conjunto, estas ciudades consumen anualmente un equivalente cercano a 50 000 pinos para satisfacer su demanda, que a su vez corresponde a la deforestación de cerca de 200 ha de bosque por año. Las zonas metropolitanas requieren 33 ha promedio por año, seguidas por las grandes ciudades (17 ha promedio por año), y en menor medida las pequeñas ciudades (3 ha promedio por año).

La comparación de las tendencias del desarrollo sustentable y la funcionalidad estratégica con y sin leña se muestra en la gráfica 2. La Zona Metropolitana de Oaxaca presenta los niveles más altos de funcionalidad (nivel muy alto, 1.00), y un alto nivel de desarrollo sustentable (0.69). En el extremo opuesto se halla Matías Romero, en el istmo de Tehuantepec, aunque sus valores medios de desarrollo sustentable son de 0.50, y registra la menor funcionalidad, esto es, nivel muy bajo, -0.54. En general, la correlación que se da entre la funcionalidad y el desarrollo sustentable es baja y no significativa en el análisis con o sin leña (0.251, sig. 0.316 sin leña; 0.291, sig. 0.242 con leña). De este comportamiento se deduce que en las ciudades no existe una tendencia a la asociación entre su funcionalidad estratégica y sus niveles de desarrollo, es decir, si la funcionalidad se ve afectada, esto no necesariamente sucede con el desarrollo, y viceversa.

Gráfica 2. Ciudades de Oaxaca: desarrollo sustentable y funcionalidad estratégica

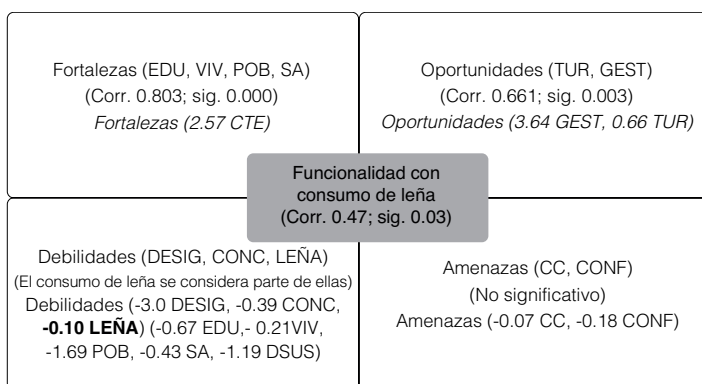


Notas: IXN: Ixtlán; CUI: Cuicatlán; TEO: Teotitlán; IXP: Ixtepec; LOB: Loma bonita; MAR: Matías Romero; MIA: Miahuatlán; OCO: Ocotlán; PES: Puerto escondido; TLX: Tlaxiaco; CRU: Huatulco; PIN: Pinotepa nacional; HJP: Huajuapán; JUC: Juchitán; TUX: Tuxtepec; ZMO: Zona Metropolitana de Oaxaca; ZMT: Zona Metropolitana de Tehuantepec. FES: Funcionalidad Estratégica; DSUS: Desarrollo Sustentable; FESLeña: Funcionalidad Estratégica con leña.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2000, 2005, 2010b).

El análisis también muestra una correlación media significativa y positiva, con un valor de 0.47 (sig. 0.03) entre el consumo de leña y la funcionalidad de las ciudades, lo que indica que el consumo de leña aumenta con la funcionalidad de las ciudades analizadas (figura 4). Este consumo, por el signo negativo que manifiesta en el análisis de regresión, aparece como una debilidad de las ciudades, lo que puede interpretarse como un síntoma en ellas de la no sustentabilidad de esta alternativa energética.

Figura 4. Impacto del consumo de leña en las ciudades de Oaxaca



Nota: TUR: turismo; EDU: educación; CONC: concentración territorial extrema; DESG: desigualdades sociales; POB: población; VIV: vivienda; CAMC: cambio climático; CONF: conflictos sociales; GEST: gestión pública; LEÑA: consumo de leña; SA: Salud; DSUS: Desarrollo Sustentable; CTE: valor constante del análisis estadístico.

Fuente: Elaboración propia con datos de los cuadros 3 y 5.

Por lo que atañe a la relación entre el consumo de leña y el desarrollo sustentable, el análisis señala que existe una correlación media significativa y positiva con un valor de 0.52 (sig. 0.03) entre el consumo de leña y el desarrollo sustentable de las ciudades, por lo que se rechaza la hipótesis del artículo en cuanto a que el consumo de leña reduce el desarrollo sustentable de las ciudades.

## Discusión y conclusiones

La reflexión acerca del porqué no se cumple la hipótesis planteada en el artículo —el consumo de leña afecta negativamente el desarrollo sustentable de las ciudades—, sino que, al contrario, conforme aumentan los niveles de desarrollo crece el consumo de leña, nos lleva a concluir que ello se debe a que

actualmente en todas las ciudades de Oaxaca influyen aspectos como: *a)* la existencia de la cultura energética tradicional, en particular la de la población originaria que ha emigrado del campo a la ciudad y que sigue habituada al manejo de la leña; *b)* el consumo energético de la población que habita las zonas marginadas de las ciudades, la cual se encuentra sometida a los efectos de las desigualdades, por las que es difícil acceder a recursos como la electricidad o el gas, entre otras razones, por faltar la infraestructura básica, como caminos o calles en buen estado; y *c)* por la falta de nuevas alternativas energéticas, como la energía solar para calentadores u ollas solares con las que se puede mitigar el consumo de leña en los hogares.

Aunque en términos relativos es en las pequeñas ciudades en las que la mayoría de los hogares utiliza la leña para sus actividades cotidianas, y son las que poseen un fuerte predominio de población originaria, puede decirse que por el volumen de leña que consumen, las ciudades que más afectan el medio ambiente y la sustentabilidad, son las zonas metropolitanas y las grandes ciudades de Oaxaca. En todos los casos esto refleja que no existe en ellas un consumo energético sustentable.

También significa que, conforme transcurre el tiempo, crece la población y la funcionalidad, y con este comportamiento todas las ciudades generan un mayor impacto ambiental negativo tanto en sus microrregiones de influencia como en microrregiones alejadas de donde se surten de leña, lo que se refleja en la deforestación, que, junto con los incendios forestales, dañaron en 2019 50 000 ha en Oaxaca (Maya, 2019); esto se explica porque el consumo de leña y carbón son los recursos básicos que satisfacen las necesidades energéticas de la mayoría de los hogares marginados, lo cual repercute en la salud urbana de las ciudades analizadas, pues, como señala la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire de interiores causa miles de defunciones, y afecta a millones de personas que sufren de dificultad para respirar, irritación ocular y enfermedades respiratorias crónicas (OMS, 2007, p. 4).

Dado que el análisis del presente artículo sugiere que conforme las ciudades de Oaxaca mejoran sus desarrollo y funcionalidad también aumenta relativamente su consumo de leña, lo recomendable en el corto plazo es impulsar el consumo energético sustentable de la leña mediante estufas ahorradoras o con apoyo de tecnologías sustentables como los hornos solares, independientemente de que se suministre el equipamiento e infraestructura para el mejor acceso a servicios como el gas y la electricidad.

La persistente falta de alternativas energéticas para las zonas marginadas de las ciudades oaxaqueñas refleja las desigualdades sociales que arrastran las ciudades en su economía, organización política, acceso a infraestructura y servicios, etcétera, y que el bienestar social mejoraría sustancialmente si esas desigualda-

des fueran atacadas intencionalmente por medio de políticas públicas equitativas en todos los aspectos. En resumen, como se señaló en la parte teórica del artículo, el consumo de leña, preferentemente en sus zonas marginadas, y en las ciudades que poseen mayoritariamente una población originaria, confirma que “la dimensión espacial de la ciudad no es otra cosa que la proyección de la sociedad sobre el territorio” (Lamy, 2006), en este caso, de una sociedad que permanentemente convive con la desigualdad.

## Referencias

- Ascelrad, H., & Comeford, J. (1999). Los múltiples sentidos de la sustentabilidad. El debate de la Comisión de Desarrollo Sustentable de la Naciones Unidas. *Gestión y Ambiente*, 1999-2000.
- Banzo, M. (2005). Del espacio al modo de vida: la cuestión periurbana en Europa Occidental: los casos de Francia y España. En H. Ávila (Coord.), *Lo urbano rural: ¿nuevas expresiones territoriales?* (pp. 207-241). Cuernavaca, México: CRIM-UNAM. [https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/6\\_La\\_cuestion\\_periurbana\\_Europa\\_occidental.pdf](https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/6_La_cuestion_periurbana_Europa_occidental.pdf)
- Berumen, B., & Miguel, E. (2003). *Geografía económica de Oaxaca*. Universidad de Málaga. <https://www.eumed.net/cursecon/libreria/mebb/>
- Brander, J. A., & Taylor, M. S. (1997). International trade between consumer and conservationist countries. *Resource and Energy Economics*, 19(4), 267-297.
- Bravo-Ortega, C., & Gregorio, J. (2005). *The relative richness of the poor? Natural resources, human capital, and economic growth*. (Policy Research Working Paper, núm. 3484). Washington, D. C.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/8923>
- Chichilnisky, G. (1994). North-south trade and the global environment. *American Economic Review*, (84), 851-874.
- Consejo Nacional de Población (Conapo). (2012). *Índice de marginación urbana 2010*. [http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice\\_de\\_marginacion\\_urbana\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_marginacion_urbana_2010)
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2009). Trade, tragedy, and the commons. *American Economic Review*, 99(3), 25-49.
- Cordera, R., Ramírez Kuri, P., & Ziccardi, A. (2008). *Pobreza, desigualdad y exclusión social del siglo XXI*. México: Siglo XXI.

- Cortéz, C., & Porras, A. (2004). Reseña del foro “Desigualdad y Reforma del Estado”. *Política y Cultura*, (22). <http://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n22/n22a12.pdf>
- Cropper, M., & Griffiths, C. (1994). The interaction of population growth and environmental quality. *The American Economic Review*, 84(2), 250-254.
- Díaz Montenegro, N. H., & Díaz Ruales, Y. N. (2015). *Determinación de un indicador de sostenibilidad para la medición del sistema de aprovechamiento y uso energético eficiente de la madera, en huertos leñeros y estufas ecológicas en la jurisdicción de Corpoguavio*, Proyecto de grado para obtener de Especialización en Gerencia Ambiental, Universidad Libre, Bogotá. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10674/Proyecto%20de%20Grado.pdf?sequence=1>
- Dirección General de Información en Salud (DGIS). (2016). *Cubos dinámicos*. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD\\_Cubos\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos_gobmx.html)
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.
- Gestión Forestal, (2019). *Manejo Pinus radiata*. [http://www.gestionforestal.cl/pt\\_02/plantaciones/txt/Manejo/MAPIN.htm](http://www.gestionforestal.cl/pt_02/plantaciones/txt/Manejo/MAPIN.htm)
- González-Val, R., & Pueyo, F. (2019). Natural resources, economic growth and geography. *Economic Modelling*, (33).
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press.
- Guevara, M. L., Téllez, M. B., & Flores, M. D. (2015). Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales desde la visión de las comunidades indígenas: Sierra Norte del Estado de Puebla. *Nova Scientia*, 7(14), 511-537.
- Gylfason, T. (2001). Natural resources, education, and economic development. *European Economic Review*, 45(4-6), 847-859.
- Helpman, E., & Krugman, P. (1985). *Market structure and foreign trade*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hiernaux, D., & Lindón, A. (1997). ¿En qué sentido las desigualdades regionales? *Revista de Estudios Urbano Regionales*, 23(68), 29-43.

- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. México: Segob. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/index.html>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2012). *Panorama Educativo de México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior*. <https://www.inee.edu.mx/evaluaciones/panorama-educativo-de-mexico-isen/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2015a). *Encuesta Intercensal año 2015*. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#Microdatos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2015b). *Marco Geoestadístico Nacional. Productos y Servicios. Localidades-Archivo Histórico-Consulta*. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2010a). *Diversidad*. [www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/diversidad.aspx](http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/diversidad.aspx)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2010b). *Conteos de población y vivienda año 2010*. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2005). *Conteos de población y vivienda año 2005*. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2005/#Tabulados>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2000). *Censo General de Población y Vivienda 2000*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/#Microdatos>
- Karp, L., Sacheti, S., & Zhao, J. (2001). Common ground between free-traders and environmentalists. *International Economic Review*, 42(3), 617-648.
- Kaztman, R. (1995). *La medición de las necesidades básicas insatisfechas en los censos de población*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/34702>
- Lamy, B. (2019). Sociología urbana: evolución y renacimiento. *Quivera*, (21), 9-26.
- Lamy, B. (2006). Sociología urbana o sociología de lo urbano. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 21(1). <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1267/2176>
- Lederman, D., & Maloney, W. F. (2007). Neither curse nor destiny: Introduction to natural resources and development. En D. Lederman & W. F. Maloney (Eds.), *Natural Resources. Neither Curse nor Destiny* (pp. 1-14). Wasington, D.C.: World Bank.



- Lezama, J. L., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de Población*, 12(49), 153-176. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es)
- Martin, P., & Ottaviano, G. I. (1999). Growing locations: Industry location in a model of endogenous growth. *European Economic Review*, 43(2), 281-302.
- Martínez García, K. (2018). *La vivienda con TIC y el desarrollo sustentable de las ciudades de Oaxaca, 2000-2015*. Protocolo de Investigación del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, México.
- Maya Alonso, M. (2019). Con 50 mil hectáreas afectadas en Oaxaca, cierra la temporada de incendios. *El Imparcial*. <https://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/321192/con-50-mil-hectareas-afectadas-en-oaxaca-cierra-la-temporada-de-incendios/>
- Méndez Sastoque, M. J. (2005). Contradicción, complementariedad e hibridación en las relaciones entre lo rural y lo urbano. En H. Ávila Sánchez (Comp.), *Lo urbano-rural, ¿nuevas expresiones territoriales?*. Cuernavaca, Morelos, México: CRIM-UNAM. <https://nuevosfoliosbioetica.uchile.cl/index.php/RMAD/article/view/14675/15004>
- Merino, L. (1999). *Reserva especial de la Biosfera Mariposa Monarca: problemática general de la región*. Documento presentado en la 1997 North American Conference on the Monarch Butterfly. The Commission for Environmental Cooperation, Montreal.
- Miguel Velasco, A. E., Torres Valdez, J. C., Hernández Vargas, L., & Moncada García, M. del R. (2016). El desarrollo sustentable y la centralidad de las localidades en una microrregión de pueblos originarios. El caso de la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Desarrollo Local Sostenible*, (25). <http://www.eumed.net/rev/delos/25/centralidad.html>
- Miguel Velasco, A. E., Torres Valdez, J. C., & Hernández, B. R. (2015). El turismo y las redes territoriales en ciudades de pueblos originarios. El caso de Oaxaca, México. *Turismo y Desarrollo*, (19). <http://www.eumed.net/rev/turydes/19/pueblos.html>
- Moreno Avendaño, J. (2019). *Desigualdades inter e intraurbanas y el desarrollo sustentable en las pequeñas, medianas y grandes ciudades de Oaxaca, 1990-2010*. Tesis Doctoral en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, México.
- Moreno, A. J., Miguel, V. A., Pérez, P. M., Martínez, O. C., & Martínez, G. K. (2020). Desigualdades territoriales de las ciudades multiculturales. El caso del estado de Oaxaca, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 20(64). <https://doi.org/10.22136/est20201570>

- Navarro, D. M., & Ayala, H. S. R. (1992). *La promoción ecológica en el campo mexicano: una práctica a desarrollar*. Cuernavaca, Morelos, México: CRIM-UNAM.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2007). *Energía doméstica y salud. Combustibles para una vida mejor*. [https://www.who.int/airpollution/publications/fuelforlife\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/airpollution/publications/fuelforlife_es.pdf?ua=1)
- ONU-Habitat. (2017). *Tendencias del desarrollo urbano en México*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- Peppino, A. (2004). Desigualdad económica: definición, índices e indicadores. *Casa del Tiempo*, (70), 2-11. <http://www.uam.mx/difusion/revista/nov2004/peppino.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2012). *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología*. México: PNUD. <https://www.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf>
- Rivera Mazorco, M., & Arispe Barrientos, S. (2006). Algunas reflexiones en torno a los nombres “indígena” y “originario”. Aporte a la Visión de País. *Revista Digital Rebelión*. <https://rebelion.org/algunas-reflexiones-en-torno-a-los-nombres-indigena-y-originario-aporte-a-la-vision-de-pais/>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Salazar, C. E. (2000). Relación entre población y los recursos naturales en un área de expansión de la ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 15(2), 44-39.
- Salinas, J. (2019). *Teorema de Bayes*. <https://www.ugr.es/~jsalinas/bayes.htm>
- Secretaría de Salud (SALUD). (2017). *Egresos Hospitalarios Cubos dinámicos. México 2000-2017*. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_egresoshosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_egresoshosp_gobmx.html)
- Secretaría de Salud (SALUD). (2015a). *Defunciones (Mortalidad) Cubos dinámicos. México*. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_defunciones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_defunciones_gobmx.html)
- Secretaría de Salud (SALUD). (2015b). *Nacimientos Cubos dinámicos. México*. [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_nacimientos\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_nacimientos_gobmx.html)
- Sánchez Peña, L. (2012). Hogares y consumo energético en México. *Revista Digital Universitaria*, 13(10). <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num10/art101/index.html>

- Schteingart, M. (1987). Expansión urbana, conflictos sociales y deterioro ambiental en la ciudad de México. El caso del Ajusco. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 2(3), 449-477.
- Secretaría de Turismo (Sectur). (2013). *Las motivaciones de viaje, así como las formas para practicar cada uno*. [http://www.datatur.sectur.gob.mx/documentos%20publicaciones/engaturh\\_2013.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/documentos%20publicaciones/engaturh_2013.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2015). *Informe de la situación del Medio Ambiente en México*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161446/Cap\\_CC\\_completo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161446/Cap_CC_completo.pdf)
- Secretaría de educación Pública (SEP). (2012). *Estadística educativa. Serie histórica y pronóstico de la estadística del sistema educativo nacional*. México: SEP. <https://planeacion.sep.gob.mx/estadisticaeducativas.aspx>
- Sepúlveda, S. (2008). *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios*. Costa Rica: Biograma.
- Secretaría de Vialidad y Transporte (Sevitra). (2017). *Banco de datos*. <https://www.oaxaca.gob.mx/transparencia/informacion-publica/>
- Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía (SNIEG). (2015). *Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía. Consulta Metodológica y Metadatos. Acervo de Interés de Información Nacional*. <https://www.snieg.mx/aacervoiiin/>
- Sobrino, J. (2003). *Competitividad de las ciudades en México*. México: El Colegio de México.
- Themol.be. (2019). *Cuánto pesa un metro cúbico de serrín seco*. <https://themol.be/page8075.html>
- Velázquez, M. (1996). *Género y ambiente en Latinoamérica*. México: CRIM-UNAM.
- Vélez, M., & Mejía, L. (2016). Los espacios urbanos como expresión de la desigualdad. *Perspectivas*, 10(1), 95-107.
- Zallé, O. (2018). Natural resources and economic growth in Africa: The role of institutional quality and human capital. *Resources Policy*, (9).