POBREZA, CARENCIAS SOCIALES Y RECURSOS PÚBLICOS MUNICIPALES EN MÉXICO

Edson Valdés Iglesias
Facultad de Economía, Universidad Veracruzana (México)
Autor para correspondencia: edvaldes@uv.mx
Marco Antonio Méndez Salazar
Facultad de Economía, Universidad Veracruzana (México)
Christopher Cernichiaro Reyna
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X, México)

Recibido el 21 de junio de 2025; aceptado el 2 de marzo de 2026.

RESUMEN

Esta investigación evalúa la eficiencia del gasto y los recursos públicos municipales en el alivio de la vulnerabilidad por carencias sociales y, en segundo lugar, de la pobreza por ingresos. El ámbito geográfico es la República Mexicana, y la temporalidad 2015-2020. Se utilizaron dos técnicas de análisis envolvente de datos para valorar la eficiencia: una medida basada en holguras (Tone, 2001), y otra que considera simultáneamente productos deseables e indeseables (Färe y Grosskopf, 2004). Ambos métodos generan resultados similares, configurando un escenario de ineficiencia en la mayoría de los municipios, y una tendencia a la cercanía geográfica de los municipios eficientes. La construcción de un perceptrón multicapa permitió identificar que el número de consultorios médicos, así como profesores y escuelas de educación media superior y superior son las variables más relevantes para la atención de vulnerabilidad y pobreza. Por ende, se detectan áreas de oportunidad para facilitar un uso más eficiente de los recursos públicos a escala local.

Palabras clave: eficiencia, gasto público, análisis envolvente de datos, red neuronal.
Clasificación JEL: C45, D61, I14, I24.

http://dx.doi.org/ 10.22201/fe.01851667p.2026.336.91907

© 2026 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

05_VALDES ET AL_vf26.indd 89 13/04/2026 10:43:45 a. m.

ABSTRACT

This research evaluates the efficiency of municipal public spending and resources in alleviating vulnerability due to social deprivation and, secondarily, income poverty. The geographic scope is Mexico, and the period is 2015-2020. Two data envelopment analysis methods were used to assess efficiency: A slacks-based measure (Tone, 2001), and a measure that simultaneously considers desirable and undesirable outputs (Färe and Grosskopf, 2004). Both methods generate similar results, configuring a scenario of inefficiency in most municipalities, and a tendency toward geographical proximity of efficient municipalities. The construction of a multilayer perceptron identified that the number of medical offices, as well as the number of teachers and high school and higher education schools, were the most relevant variables for addressing vulnerability and poverty. Therefore, areas of opportunity were identified to facilitate more efficient use of public resources at the local level.

Keywords: Efficiency, public spending, data envelopment analysis, neural network.

JEL Classification: C45, D61, I14, I24.

1. INTRODUCCIÓN

El gasto público es un componente de la política fiscal que permite al Estado, especialmente en presencia de consumidores sin capacidad de ahorro, intervenir en la economía (Galí, López-Salido y Vallés, 2007). Con este instrumento, los gobiernos promueven la producción y adquisición de bienes y servicios, así como la redistribución del ingreso y la riqueza. Entre los principales objetivos de la política presupuestal destacan la eficiencia económica, entendida como la asignación óptima de recursos escasos, y la justicia social, que busca atender las necesidades de los sectores más vulnerables de la población, promoviendo condiciones de equidad (Barnes, 2000). Este enfoque adquiere mayor importancia en contextos donde los niveles de desigualdad son elevados, ya que las políticas redistributivas pueden contribuir significativamente a mitigar las disparidades sociales (Fosu, 2017; Thorbecke, 2013).

05_VALDES ET AL_vf26.indd 90 13/04/2026 10:43:45 a. m.

Aunque no existe consenso sobre la importancia del papel que juega el gobierno para incrementar el bienestar, la literatura ha identificado patrones relevantes. En primer lugar, el crecimiento económico es condición necesaria, pero no suficiente, para reducir la pobreza en general y, por ende, las carencias sociales (Deaton, 2005; Mulok *et al.*, 2012). Se ha comprobado que educación, salud y seguridad social son esenciales para fomentar la movilidad del ingreso intergeneracional (Asghar, Hussain y Rehman, 2012; Celikay y Gumus, 2017). No obstante, factores como la inflación y el desempleo limitan el ahorro de los hogares de menores ingresos, afectando su capacidad para acceder precisamente a servicios esenciales como educación y salud (Mutascu, Lessoua e Ianc, 2024). Las inversiones en infraestructura básica, como saneamiento, telecomunicaciones y transporte, tienen un impacto significativo en la mitigación de la pobreza (Fan, Hazell y Thorat, 2000; Chotia y Rao, 2017); ahora bien, en países con alta desigualdad, la efectividad de la política social depende de su capacidad para adaptarse a las particularidades de la distribución del ingreso (Thorbecke, 2013; Fosu, 2017). Además, las disparidades regionales y las diferencias en la capacidad de los gobiernos locales para administrar los recursos públicos plantean desafíos adicionales (Hung y Thanh, 2022).

Por todo lo anterior, resulta importante evaluar la eficiencia del gasto público en áreas clave como educación, salud e infraestructura social a nivel municipal, que es el más cercano a la población, así como los recursos humanos destinados a la provisión de estos servicios. Este enfoque permite identificar no sólo las áreas prioritarias de intervención, sino también proponer estrategias que optimicen la utilización de recursos públicos en un marco de sostenibilidad y equidad.

El objetivo de esta investigación es determinar si el gasto público destinado a infraestructura social, fortalecimiento municipal y recursos humanos e infraestructura en los sectores educativo y de salud ha reducido de manera eficiente la vulnerabilidad por carencias sociales (rezago educativo, acceso a la salud, seguridad social, alimentación, vivienda y servicios básicos) a nivel municipal en México, durante el periodo 2015-2020. El análisis se enfoca en municipios con más de 10 000 habitantes y con información oficial sobre los fondos que reciben del Ramo 33. Este periodo es particularmente relevante, ya que en 2014 la Ciudad de México comenzó a recibir recursos del Fondo de Aportaciones para la

05_VALDES ET AL_vf26.indd 91 13/04/2026 10:43:45 a. m.

Infraestructura Social (FAIS), marcando el inicio de una cobertura nacional que permite evaluar el impacto del gasto público en la atención de carencias sociales bajo condiciones homogéneas (SHCP, 2024).

En México, la evaluación de estos recursos se vincula con el diseño del federalismo fiscal. Desde la perspectiva desarrollada por Musgrave (1959) y Oates (1972; 1999), el federalismo fiscal busca asignar funciones entre niveles de gobierno bajo criterios de eficiencia y equidad, reservando al gobierno central las funciones de estabilización y redistribución, y a los gobiernos subnacionales la provisión de bienes públicos locales. Sin embargo, la reforma al Sistema Nacional de Coordinación Fiscal de 1980 consolidó en México un esquema de centralización de los ingresos, acompañado de una descentralización parcial del gasto, particularmente en materia social. Como ha sido documentado en la literatura nacional (Díaz, 2002), esta configuración ha generado alta dependencia financiera de los municipios respecto de las transferencias federales, que en 2024 promedia 86% de los presupuestos estatales, según cálculos propios con información de SHCP (2024).

En este contexto, la relación entre recursos públicos y carencias sociales no es automática. Si bien mayores recursos pueden ampliar la capacidad de provisión de servicios, su impacto depende de la composición del gasto, de las reglas de asignación de los fondos y de los incentivos que enfrentan los gobiernos locales. A partir de esta discusión, el trabajo plantea las siguientes hipótesis: 1) la magnitud del gasto público per cápita no garantiza por sí misma un desempeño eficiente en la reducción de la vulnerabilidad por carencias sociales; 2) la eficiencia en el uso del gasto social varía según la composición sectorial de los insumos públicos, particularmente entre infraestructura, salud y educación; 3) en un contexto de alta dependencia de las transferencias intergubernamentales, los incentivos institucionales influyen en la eficiencia relativa con la que los municipios transforman recursos en resultados sociales.

Después de esta introducción, el presente documento se organiza en seis secciones. En la segunda sección se presenta una revisión de la literatura acerca de la eficiencia del gasto público, y los vínculos de este con factores económicos e institucionales, en relación con la mitigación de carencias sociales; en particular, se considera el marco constitucional que asigna responsabilidades y atribuciones a los tres niveles de Gobierno en la República Mexicana. A continuación, se describe la metodología

05_VALDES ET AL_vf26.indd 92 13/04/2026 10:43:45 a. m.

utilizada: análisis envolvente con productos indeseables y una medida de eficiencia basada en holguras; además, redes neuronales para la identificación de los recursos más relevantes para reducir la vulnerabilidad. En la cuarta sección, se exponen los resultados del análisis empírico realizado a nivel municipal para el periodo 2015-2020. En la quinta sección se discuten los resultados obtenidos, contrastándolos con resultados empíricos previamente publicados. Finalmente, en la sexta sección, se presentan las conclusiones y limitaciones derivadas del análisis. Con ello, esta investigación busca contribuir al diseño de políticas públicas más eficientes y orientadas al bienestar social.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Uno de los desafíos apremiantes de cualquier gobierno es la atención a la población más vulnerable y la mitigación de carencias sociales. Si bien la discusión acerca de las causas económicas, políticas, institucionales y sociales de la pobreza —en particular, de las carencias sociales— está lejana a su conclusión, es posible identificar patrones que destacan la importancia de ciertos factores clave. Entre ellos, el crecimiento económico, la equidad en la distribución del ingreso y la calidad de las políticas públicas han sido identificados como determinantes críticos.

En cuanto al crecimiento económico, Deaton (2005) destaca que su impacto en la pobreza depende de su distribución. Si el crecimiento económico no beneficia proporcionalmente a los sectores más desfavorecidos, su efecto en la reducción de la pobreza será limitado. En esta línea, Mulok *et al.* (2012) argumentan que el crecimiento económico es necesario, pero no suficiente, para reducir la pobreza, especialmente en contextos con alta desigualdad de ingresos. Thorbecke (2013) y Fosu (2017) refuerzan esta idea, señalando que los perfiles particulares de desigualdad en los países limitan la capacidad de las políticas públicas para mitigar la pobreza. Diversos estudios han analizado este fenómeno en contextos específicos. Por ejemplo, Hoynes *et al.* (2006) observaron que, en Estados Unidos, el producto interno bruto (PIB) per cápita aumentó de manera sostenida entre 1970 y 2000, pero las tasas de pobreza se mantuvieron estables debido al estancamiento de los salarios y al incremento de la desigualdad.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 93 13/04/2026 10:43:45 a. m.

Rupasingha y Goetz (2007) destacan que la educación y la participación femenina en el mercado laboral son factores que contribuyen a reducir la pobreza en los condados de Estados Unidos. Por otro lado, Freeman (2003) encontró que inflación y desempleo son determinantes significativos en el aumento de la pobreza en las regiones estadounidenses. En África subsahariana, Mutascu, Lessoua e Ianc (2024) encontraron que la inflación limita el ahorro y la inversión en los hogares de bajos ingresos, dificultando su acceso a servicios financieros. Zhang y Naceur (2019) analizaron las dimensiones del desarrollo financiero (acceso, profundidad, eficiencia, estabilidad y liberalización) en 143 países entre 1969 y 2011, concluyendo que todas estas dimensiones, excepto la liberalización financiera, contribuyeron a reducir la pobreza. En este contexto, Amponsah, Agbola y Mahmood (2023) identificaron que el crecimiento inclusivo en 35 países de África subsahariana entre 1990 y 2018 mitigó el impacto negativo de la desigualdad sobre la pobreza.

La infraestructura también desempeña un papel crucial en la reducción de la pobreza. Sasmal y Sasmal (2016) subrayan su importancia en los países en desarrollo, mientras que Kalirajan y Singh (2009) demostraron que el crecimiento agrícola sostenible y la mejora en la infraestructura contribuyen significativamente a la reducción de la pobreza extrema en 43 países. En los países BRICS, Chotia y Rao (2017) encontraron que el desarrollo de infraestructura tiene efectos tanto a corto como a largo plazo en la disminución de la pobreza, aunque persisten desigualdades entre áreas urbanas y rurales.

En China, Cao *et al.* (2016) analizaron los factores que determinan la vulnerabilidad de los hogares rurales, identificando elementos como la educación, el empleo en el hogar y los costos asociados a desastres naturales. Niu y Xu (2023) exploraron la integración urbano-rural en China, destacando que la inversión en zonas urbanas y rurales tiene efectos heterogéneos en la pobreza. Por su parte, Medeiros, Marques y Vasconcelos (2021) analizaron el impacto de la infraestructura en Brasil, concluyendo que las expansiones en servicios básicos como el saneamiento y el transporte reducen la pobreza de manera significativa, aunque con variaciones regionales.

López y Galinato (2007) encontraron evidencia empírica de que, en 15 países latinoamericanos durante el periodo 1985-2001, incrementos en la proporción del gasto de gobierno destinado a educación, salud

05_VALDES ET AL_vf26.indd 94 13/04/2026 10:43:45 a. m.

y otros gastos sociales, provoca un impacto positivo y significativo en el ingreso per cápita rural, además de contribuir a la reducción de la pobreza en general. Deaton (2016) señala que una mejora efectiva en la provisión estatal de salud y educación será muy relevante para mejorar las condiciones de vida de los pobres. Hidalgo e Iturbe (2018) demostraron, para una muestra de 16 países europeos y datos de corte transversal correspondientes a 2005 y 2011, que el gasto público en educación tiene un fuerte efecto de largo plazo para reducir la incidencia en pobreza de la población adulta, y que dicho efecto se concentra principalmente entre individuos cuyos padres tuvieron un bajo nivel educativo.

Por otro lado, Celikay y Gumus (2017) determinaron que, en Turquía, el gasto público en seguridad y asistencia social tiene efectos positivos a corto plazo en la reducción de la pobreza, pero estos se difuminan a largo plazo, mientras que el gasto en educación genera beneficios duraderos. En la Unión Europea, Cyrek (2019) y Valls, Belzunegui y De Andrés (2020) analizaron la eficiencia del gasto social, concluyendo que la relación entre gasto social y reducción de la pobreza no es lineal, y que países con un uso eficiente de los recursos logran mejores resultados con menor gasto.

Para México, Cárdenas (2009) enfatiza la importancia de equilibrar la inversión en infraestructura con los programas sociales a fin de maximizar el impacto en la reducción de la pobreza. Chiatchoua, García y Neme (2022) identificaron que factores como la densidad carretera y el tamaño del mercado local contribuyen a disminuir la pobreza, mientras que la corrupción tiene un efecto adverso. No obstante, la magnitud y composición del gasto operan dentro de un marco de arreglos institucionales que condicionan su efectividad.

La literatura sobre eficiencia del gasto social desde la perspectiva institucional también ha enfatizado la relevancia del arreglo fiscal bajo el cual se asignan y ejecutan los recursos públicos. La teoría del federalismo fiscal sostiene que la descentralización puede mejorar la provisión de bienes públicos cuando los gobiernos subnacionales poseen mejor información sobre las necesidades locales (Oates, 1972). Sin embargo, estos resultados dependen de la estructura de ingresos y del grado de autonomía fiscal de los gobiernos locales (Musgrave, 1959; Oates, 1999). Cuando la descentralización del gasto no va acompañada de descentralización tributaria, pueden generarse desequilibrios verticales que condicionan los incentivos y la efectividad del gasto.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 95 13/04/2026 10:43:45 a. m.

En el caso mexicano, el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal consolidó un esquema de centralización de los ingresos y mayor responsabilidad subnacional en la ejecución del gasto social (Díaz, 2002). Esto ha derivado en una elevada dependencia financiera de los municipios respecto de las transferencias federales, lo que introduce restricciones institucionales en la asignación y uso de los recursos. Estudios han señalado además que, aun cuando las fórmulas de distribución buscan criterios objetivos, ciertos componentes de las transferencias pueden presentar márgenes de discrecionalidad o incentivos políticos que influyen en su asignación (González y Gómez, 2020). En consecuencia, la eficiencia del gasto público no sólo depende de su magnitud o composición sectorial, sino también del diseño institucional que estructura su distribución y ejecución.

De ahí que, la eficiencia del gasto social en México no puede analizarse al margen del diseño constitucional del federalismo fiscal, en donde se establece un esquema de competencias concurrentes en áreas como educación, salud, vivienda y desarrollo social, lo que implica que la provisión de estos bienes no corresponde de manera exclusiva a un solo nivel de gobierno (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917, reformas vigentes). En particular, los artículos 3, 4, 73 y 115 configuran un sistema donde Federación, entidades federativas y municipios comparten responsabilidades, aunque bajo distintos grados de rectoría y coordinación.

Desde una perspectiva económica, esta configuración ha derivado en un proceso de descentralización del gasto que no ha sido acompañado por una descentralización equivalente de las fuentes tributarias, generando desequilibrios verticales y una elevada dependencia de transferencias federales (Ramírez, 2011). En consecuencia, los municipios ejecutan una parte sustantiva del gasto social, pero dentro de un marco de restricciones financieras e institucionales definidas a nivel central.

Este arreglo tiene implicaciones para el análisis de eficiencia. El desempeño municipal no puede interpretarse como resultado exclusivo de decisiones autónomas, sino como el producto de capacidades administrativas locales interactuando con un sistema de coordinación fiscal que condiciona incentivos y márgenes de acción. Por ello, la evaluación empírica desarrollada en este estudio se inserta explícitamente en el contexto del federalismo fiscal mexicano, reconociendo que la eficiencia observada refleja tanto gestión local como diseño institucional.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 96 13/04/2026 10:43:45 a. m.

En tal orden de ideas, Valdés, Cernichiaro y Méndez (2025) utilizaron una medida de eficiencia basada en holguras y análisis envolvente con productos indeseables para cuantificar la eficiencia del gasto y los recursos públicos destinados a educación y salud, a nivel estatal, en lo relativo a mitigación de la vulnerabilidad por carencias sociales. Documentaron que, de 2014 a 2016 aumentó el número de entidades federativas eficientes, pero que a partir de 2018 se observa un retroceso, y para 2022 solamente la mitad de los estados podían ser catalogados como eficientes. Mediante una red neuronal, lograron determinar que las variables que mejor explican la eficiencia para disminuir carencias sociales a nivel estatal son los profesores y las escuelas de educación media superior y superior. Estos resultados sugieren que la eficiencia del desempeño del gobierno puede presentar variaciones temporales asociadas al entorno institucional y operativo.

Consecuentemente, este documento puede ser considerado una extensión analítica de Valdés, Cernichiaro y Méndez (2025), en la medida en que adopta un enfoque metodológico similar para evaluar la eficiencia. Empero, se diferencia al trasladar el análisis al ámbito municipal, donde la heterogeneidad territorial es mayor y la ejecución del gasto presenta dinámicas institucionales distintas a las observadas a nivel estatal. Esta desagregación permite capturar variaciones intraestatales que no son identificables en análisis agregados y ofrece una evaluación más cercana a la provisión efectiva de servicios públicos.

En síntesis, la presente investigación profundiza en un amplio cuerpo de literatura que examina los determinantes de la pobreza, la vulnerabilidad, y las estrategias para su reducción. También profundiza en la dimensión institucional del federalismo fiscal mexicano como un elemento explicativo de la eficiencia municipal. Al analizar la eficiencia del gasto público en infraestructura social, salud y educación a nivel municipal, se analizan estrategias integrales para optimizar los recursos públicos destinados a la mitigación de las carencias sociales y la pobreza en México.

Dado que la literatura ha mostrado que mayores niveles de gasto no garantizan automáticamente mejores resultados sociales (Afonso, Schuknecht y Tanzi, 2010; Cyrek, 2019; Valls, Belzunegui y De Andrés, 2020; Afonso y Baquero, 2024), es necesario evaluar la eficiencia relativa en el uso de los recursos públicos, considerando simultáneamente insumos

05_VALDES ET AL_vf26.indd 97 13/04/2026 10:43:45 a. m.

y resultados sociales indeseables. En este sentido, el presente estudio adopta un enfoque cuantitativo orientado a medir dicha eficiencia y a identificar los factores relacionados con menos vulnerabilidad municipal.

3. METODOLOGÍA

El objetivo fundamental de esta investigación es caracterizar la eficiencia del gasto público en infraestructura social y fortalecimiento municipal, y del uso de recursos humanos e infraestructura en los sectores educativo y de salud, para reducir la población vulnerable por carencias sociales y en situación de pobreza por ingresos a nivel municipal en México. Para ello se utiliza el enfoque de eficiencia basado en holguras (SBM, *Slacks Based Measure*) propuesto por Tone (2001), contrastado con el análisis envolvente con productos indeseables (DEA-U, *Data Envelopment Analysis-Undesirable Outputs*) de Färe y Grosskopf (2004). Adicionalmente, mediante una red neuronal se determina cuáles son los insumos más relevantes para explicar el rendimiento en reducción de vulnerabilidad y pobreza por ingresos.

El análisis envolvente no compara el rendimiento de una unidad productiva contra un estándar teórico posiblemente inasequible, sino contra el mejor rendimiento observado. Tal comparación puede realizarse de diversas maneras. El modelo SBM de Tone (2001) considera n unidades productivas, cada una de ellas dotada con m insumos $X=[x_{ij}]\in\mathbb{R}^{m\times n}$, y con el propósito de producir una canasta de s bienes $Y=[y_{rj}]\in\mathbb{R}^{s\times n}$. Un productor (x_o,y_o) se representa como $x_o=X\lambda+s^-$, $y_o=Y\lambda-s^+$ donde $s^-\in\mathbb{R}^m_+$ representa un excedente de insumos y $s^+\in\mathbb{R}^s_+$ representa un déficit de producción. Dichas holguras, junto con el vector λ, se determinan como solución del problema de programación fraccional-lineal:

$$\min_{s^-,s^+,\lambda} p=\frac{1-\left(1/m\right)\sum_{i=1}^{m}s_i^-/x_{io}}{1-\left(1/s\right)\sum_{r=1}^{s}s_r^+/y_{ro}} \qquad [1]$$

sujeto a $y_o=Y\lambda-s^+$, $x_o=X\lambda+s^-$, $s^-\geq 0, s^+\geq 0, \lambda\geq 0$.

Un productor es ineficiente cuando otros son capaces de producir más a partir de la misma dotación de insumos; en tal caso, el valor óptimo es $p^*>1$. En cambio, un agente es eficiente cuando resulta $p^*=1$.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 98 13/04/2026 10:43:45 a. m.

La dificultad de resolver el problema de programación no-lineal [1] se supera mediante la transformación de Charnes y Cooper (1962), que permite especificar un programa lineal equivalente.

Hua y Bian (2007) explican que otra manera de comparar a una unidad tomadora de decisiones contra el mejor desempeño observado, en procesos productivos que inherentemente dan lugar a subproductos indeseables, es el modelo DEA-U. Los subproductos indeseables se consideran débilmente descartables cuando existen costos asociados con su eliminación. En tal situación, si n agentes emplean los insumos $X=[x_{ij}]\in\mathbb{R}^{m\times n}$ para producir los bienes $Y=[y_{rj}]\in\mathbb{R}^{s\times n}$, sin poder evitar los productos indeseables (males) $B=[b_{tj}]\in\mathbb{R}^{k\times n}$, el conjunto de producción asociado es:

$$P^{w}(x)=\left\{(x,y,b)\,|\,\sum_{j=1}^{n}\eta_j x_{ij}\le x_i,\sum_{j=1}^{n}\eta_j y_{rj}\ge y_r,\sum_{j=1}^{n}\eta_j b_{tj}=b_t,\eta_j\ge 0,j=1,\ldots,n\right\}$$

La inevitabilidad de los productos indeseables equivale a $b_{tj}>0$ para todo t y todo j. Färe y Grosskopf (2004) introducen un vector direccional $v=(v_y,-v_b)$ para considerar el objetivo de reducir la producción de males incrementando simultáneamente los bienes. La medida de eficiencia es la solución del problema:

$$\vec{D}_o(x,y,b;v)=1+\max\beta \qquad [2]$$

sujeto a $(y+\beta v_y,b-\beta v_b)\in P^{w}(x)$.

Que indica la máxima cuantía en que se pueden incrementar los productos deseables, mientras se reducen proporcionalmente los indeseables, sin salir del conjunto de producción. Consecuentemente, cuando $\vec{D}_o(x,y,b;v)=1$, la unidad evaluada será eficiente; pero ineficiente cuando $D_o(x,y,b;v)>1$.

De acuerdo con Aggarwal (2018), un perceptrón con profundidad unitaria es una red neuronal compuesta por una capa de entrada, un nodo de salida, y un conjunto de entrenamiento D con elementos de la forma $(\overline{X},y)$, donde $\overline{X}=[x_1,x_2,\ldots,x_d]$ incluye variables que caracterizan la entrada, mientras que $y\in\{-1,+1\}$ contiene observaciones de una variable binaria clasificadora. La finalidad es predecir la variable clasificadora cuando no sea observada. La capa de entrada consiste en d nodos que transmiten las características $\overline{X}$, así como los pesos $\overline{W}=[w_1,w_{2,\ldots},w_d]$,

05_VALDES ET AL_vf26.indd 99 13/04/2026 10:43:45 a. m.

hacia el nodo de salida. En el nodo de salida se calcula la funcional $\overline{W} \cdot \overline{X} = \sum_{i=1}^{d} w_i x_i$ para obtener la predicción $\hat{y} = \Phi\left\{\overline{W} \cdot \overline{X}\right\}$, donde $\Phi\{x\} = +1$ si $x \geq 0$, $\Phi\{x\} = -1$ si $x < 0$. La función de activación Φ podría ser distinta dependiendo del objetivo del análisis y la naturaleza de los datos. Cuando la predicción contiene un sesgo, $\hat{y} = \Phi\left\{\overline{W} \cdot \overline{X} + b\right\}$, este puede incorporarse como un nodo de entrada adicional que transmite la constante +1 con peso igual a b. El error de predicción es $E\left(\overline{X}\right) = y - \hat{y}$. El algoritmo de entrenamiento alimenta a los nodos de entrada con los datos $\overline{X}$ de una instancia de entrenamiento elegida al azar en D, y transfiere dicha información al nodo de salida junto con los pesos vigentes $\overline{W}$, para el cálculo de la predicción $\hat{y}$ junto con el error $E\left(\overline{X}\right)$; si este último resulta no nulo, se actualizan los pesos según la regla $\overline{W} \Leftarrow \overline{W} + \alpha \cdot \left(y - \hat{y}\right) \cdot \overline{X}$, donde el escalar α regula la tasa de aprendizaje de la red. Se repite el ciclo sobre todos los datos de entrenamiento en D, tomados en orden aleatorio con repetición, hasta alcanzar convergencia. Tal algoritmo equivale a un método de descenso de gradiente estocástico, que implícitamente minimiza la función de pérdida:

$$\min_{\overline{W}} L = \sum_{(\overline{X}, y) \in D} \left(y - \hat{y}\right)^2 \qquad [3]$$

El número de capas (o profundidad) de una red neuronal solamente toma en cuenta las capas computacionales, es decir, aquellas en las que se realizan cálculos; por ello, la especificación descrita en el párrafo anterior consta de una capa. Goodfellow, Bengio y Courville (2016) señalan que en un perceptrón multicapa (MLP, *MultiLayer Perceptron*) la información de entrenamiento fluye hacia adelante desde la capa de entrada hasta la capa de salida, pasando por cierto número finito de capas intermedias, las cuales se consideran ocultas puesto que las salidas de los cálculos que realizan no se muestran explícitamente. Dicho flujo de información puede ser descrito, según Aggarwal (2018), mediante las ecuaciones recursivas:

$$\overline{h}_1 = \Phi\left(W_1^T \overline{X}\right) \qquad [4]$$

$$\overline{h}_{p+1} = \Phi\left(W_{p+1}^T \overline{h}_p\right) \text{ para } p = 1, \ldots, k-1 \qquad [5]$$

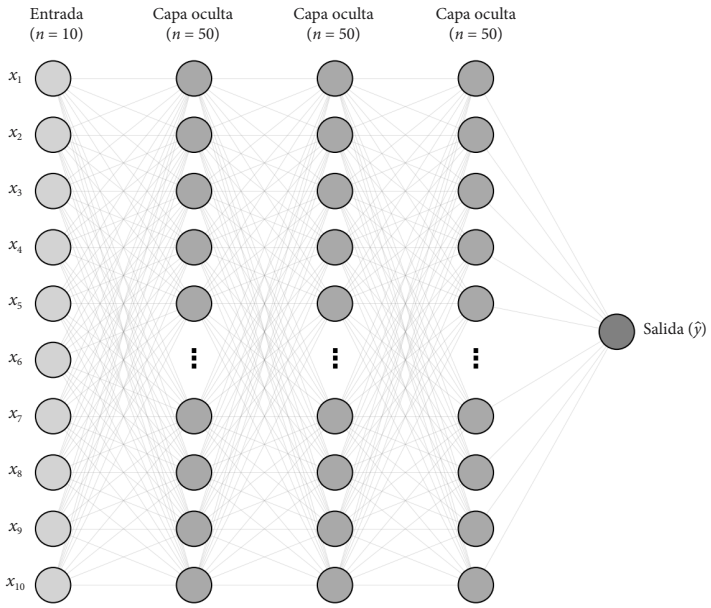
$$\overline{o} = \Phi\left(W_{k+1}^T \overline{h}_k\right) \qquad [6]$$

05_VALDES ET AL_vf26.indd 100 13/04/2026 10:43:45 a. m.

donde k es la profundidad de la red neuronal, y las dimensiones de las matrices de pesos W_p dependen de la amplitud de cada par de capas consecutivas. El entrenamiento de la red a partir de un conjunto de datos D requerirá la especificación de una función de pérdida L que ha de ser minimizada. Goodfellow, Bengio y Courville (2016) señalan que la no-linealidad típica de las redes neuronales provoca que dicho problema de optimización resulte no-convexo en la mayoría de los casos; sin embargo, el uso del algoritmo *back-propagation* permite resolverlo como un problema de descenso gradiente. Los mismos autores señalan que, dentro de los modelos de aprendizaje profundo, los MLP están entre los de mejor desempeño pues identifican y clasifican eficientemente patrones complejos que nunca les han sido presentados.

La elaboración de las medidas de eficiencia propuestas por Tone (2001) y Färe y Grosskopf (2004) fueron realizadas en el paquete estadístico R; con tales resultados y la información normalizada de las diez variables explicativas seleccionadas, se procedió a la construcción del perceptrón multicapa a partir del algoritmo *deep learning* del módulo H2O imple-

Diagrama 1. Estructura de la red neuronal perceptrón multicapa



Fuente: elaboración propia en Python.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 101 13/04/2026 10:43:45 a. m.

mentado a través de Python. Para determinar tanto la estructura de las capas ocultas como la función de activación, en un primer momento se segmentaron los datos de manera aleatoria en un bloque de entrenamiento, validación y testeo; posteriormente, se evaluó la curva operativa característica (AUC, *Area under the Curve*) para distintas funciones de activación con 200 combinaciones de estructuras de capas ocultas y 800 iteraciones del ciclo de entrenamiento completo. Así se identificó que la función de activación *rectifier with dropout*, con tres capas ocultas y 50 neuronas por cada capa, tuvo el mejor desempeño. En el diagrama 1 se representa la red neuronal utilizada.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EMPÍRICO

En esta investigación se usaron los datos publicados en las *Estadísticas de las Finanzas Públicas Estatales y Municipales* del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), junto con los resultados de la cuenta pública para algunas entidades, con la finalidad de determinar los montos que los municipios recibieron del FAIS y del Fondo de Fortalecimiento Municipal (FORTAMUN) en el periodo 2015-2020. Los datos del sector educativo (profesores de primaria, secundaria, media superior y superior, así como las escuelas por cada grado, a nivel municipal) provienen de la información publicada por el *Sistema de Estadísticas Continuas de Educación* de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Para los recursos del sector salud (consultorios, camas disponibles, médicos, enfermeras), se utiliza la información publicada por la Dirección General de Información en Salud de la Secretaría de Salud (SSA). El porcentaje de la población que es vulnerable por carencias sociales y la población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos fueron variables publicadas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

De esta manera, debido a la disponibilidad de la información, se eligieron doce variables: número de profesores de primaria y secundaria por cada mil habitantes (B_{it}), número de profesores de media superior y superior por cada mil habitantes (MS_{it}), número de escuelas de primaria y secundaria por cada mil habitantes (EB_{it}), número de escuelas de media superior y superior por cada mil habitantes (ES_{it}), número de médicos por cada mil habitantes (Me_{it}), número de enfermeras por cada

05_VALDES ET AL_vf26.indd 102 13/04/2026 10:43:46 a. m.

mil habitantes (Nu_{it}), número de camas por cada mil habitantes (Be_{it}), número de consultorios por cada mil habitantes (Co_{it}), porcentaje de la población que es vulnerable por carencias sociales (V_{it}), porcentaje de la población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos (IP_{it}), junto con el gasto[1] en infraestructura social y fortalecimiento municipal en términos per cápita y ajustado a precios constantes de 2013, con frecuencia quinquenal. Sólo se consideraron los municipios con más de 10 mil habitantes para los que se encontraron cifras oficiales de los fondos de aportaciones; así, la muestra para 2015 se compone de 1 216 municipios, mientras que la de 2020 consta de 1 309.

En las figuras 1 y 2 se presentan las estimaciones del nivel de eficiencia obtenidas para 2015 y 2020, respectivamente, con el modelo SBM bajo rendimientos variables a escala y orientación a los insumos.

Figura 1. Nivel de eficiencia (SBM) de los municipios para 2015

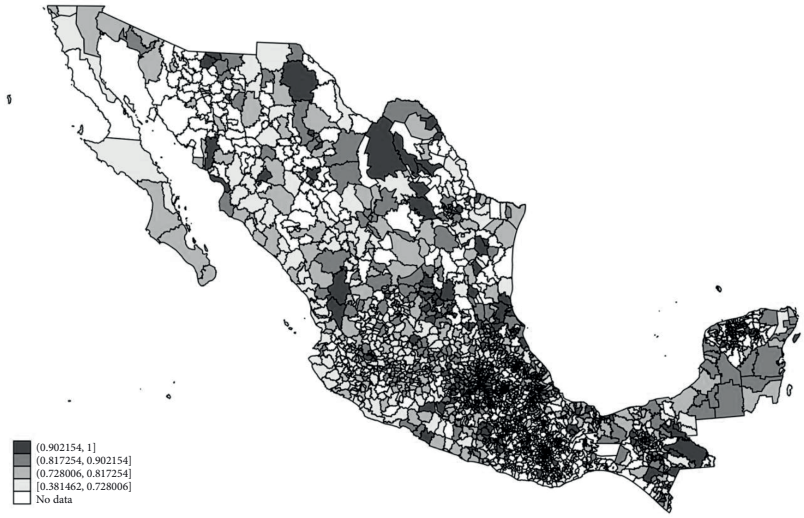


Fuente: elaboración propia.

[1] Se considera el gasto de infraestructura social que consiste en los montos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FISMDF) y el Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUN).

05_VALDES ET AL_vf26.indd 103 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Figura 2. Nivel de eficiencia (SBM) de los municipios para 2020



Fuente: elaboración propia.

El objetivo fue identificar los municipios eficientes en el uso de recursos públicos para atender las carencias sociales de la población vulnerable; por ello, el *output* del modelo se define como la población que no es vulnerable por carencias sociales $1-V_{it}$, considerando como insumos las variables de cantidad de profesores B_{it} y MS_{it}, escuelas EB_{it} y ES_{it}, personal de salud Me_{it} y Nu_{it}, camas de hospital Be_{it} y consultorios Co_{it}; así como las de gasto per cápita en infraestructura social y fortalecimiento municipal. Los resultados muestran la heterogeneidad existente en el uso de recursos públicos a nivel municipal; así como un patrón de cercanía entre los municipios que tienden a ser más eficientes. Tales rasgos se pueden apreciar en los dos periodos analizados.

Para fines de comparación entre entidades federativas, en el cuadro 1 se presenta el valor medio de la SBM para los municipios ineficientes, junto con el porcentaje que representan del total de municipios considerados en la entidad. En 2015, en la Región Norte, Coahuila (COAH) y Nuevo León (NVOLN) fueron los estados más eficientes debido a su mayor promedio del SBM; además, Nuevo León fue el estado con menor proporción de municipios ineficientes a nivel nacional con 70.3 de cada 100. En la Región Centro-Norte, Aguascalientes (AGS), Baja California

05_VALDES ET AL_vf26.indd 104 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Sur (BCS), Durango (DUR), Nayarit (NAY) y Sinaloa (SIN) fueron los estados en los que la totalidad de municipios resultaron ineficientes. La misma situación se observó en Guanajuato (GTO) y Puebla (PUE), de la zona centro del país; así como en Campeche (CAM), Quintana Roo (QROO) y Tabasco (TAB) de la Región Sur. Para 2020, la entidad federativa que tuvo el menor porcentaje de municipios ineficientes fue Yucatán (YUC), con un 79.3%; adicionalmente, en dieciséis entidades la totalidad de municipios fueron clasificados ineficientes por la SBM.

Cuadro 1. Valores medios de eficiencia (SBM) de los municipios, 2015-2020

Entidad federativa	2015	2020	Entidad federativa	2015	2020
Región Norte					
BC	0.7052 (90%)	0.7085 (100%)	NVOLN	0.8185 (70.3%)	0.7897 (88.4%)
COAH	0.8554 (92%)	0.7767 (89.6%)	SON	0.7584 (90.4%)	0.8157 (91.3%)
CHHUA	0.7917 (92.5%)	0.8364 (91.3%)	TAM	0.7845 (96.1%)	0.8075 (100%)
Región Centro-Norte					
AGS	0.7472 (100%)	0.7359 (100%)	MICH	0.8089 (95.2%)	0.7287 (93.4%)
BCS	0.7101 (100%)	0.7449 (100%)	NAY	0.7348 (100%)	0.6515 (100%)
COL	0.6920 (87.5%)	0.7121 (100%)	SLP	0.8355 (97.8%)	0.6795 (97.8%)
DUR	0.7389 (100%)	0.7346 (100%)	SIN	0.6484 (100%)	0.8809 (100%)
JAL	0.7265 (97.4%)	0.7067 (98.7%)	ZAC	0.8211 (90.9%)	0.7810 (100%)
Región Centro					
CDMX	0.8382 (93.7%)	0.9243 (100%)	MOR	0.8069 (96.1%)	0.8455 (100%)
EDOMEX	0.8248 (92.9%)	0.8830 (89.3%)	PUE	0.8372 (100%)	0.8878 (97.2%)
GTO	0.7163 (100%)	0.7237 (100%)	QUTRO	0.6710 (94.1%)	0.7416 (100%)
HGO	0.7687 (95.9%)	0.7337 (97.2%)	TLAX	0.8546 (86.4%)	0.8806 (86.1%)
Región Sur					
CAM	0.7417 (100%)	0.8232 (100%)	QROO	0.6938 (100%)	0.8316 (100%)
CHIPS	0.8707 (89.8%)	0.8499 (92%)	TAB	0.6194 (100%)	0.7370 (100%)
GRO	0.766 (95%)	0.7930 (98.5%)	VER	0.8139 (95.2%)	0.8379 (97.0%)
OAX	0.8337 (87.3%)	0.7904 (87.3%)	YUC	0.7663 (84%)	0.8990 (79.3%)

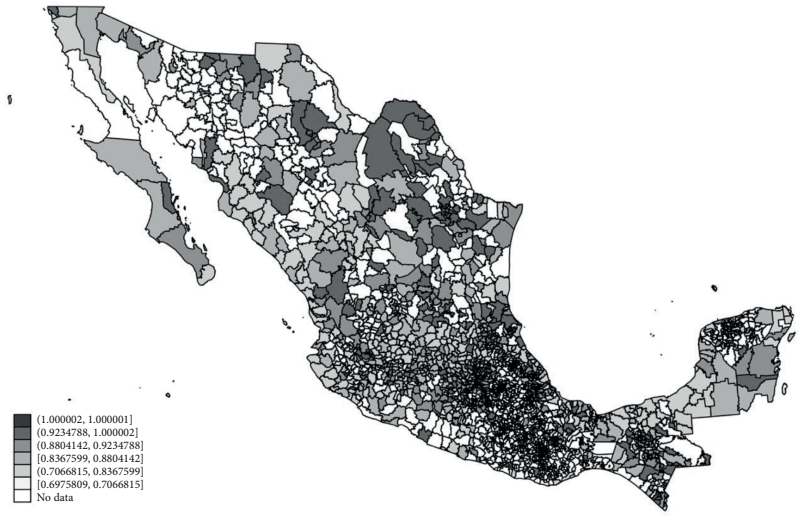
Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del modelo de holguras SBM. Si el valor reportado es 1, el municipio se considera eficiente; si el valor es <1, se le considera ineficiente.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 105 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Los resultados expuestos hasta ahora se contrastan con la medida de eficiencia DEA-U, la cual permite ponderar simultáneamente el desempeño de los municipios en la atención a la vulnerabilidad ante carencias sociales y en el combate a la pobreza. Se considera como producto deseable al porcentaje $1-V_{it}$ de población que está fuera de la situación de vulnerabilidad por carencias sociales, y como producto indeseable al porcentaje de población IP_{it} con ingresos inferiores a la línea de pobreza. Los insumos son los mismos que fueron utilizados para la estimación del modelo SBM. En las figuras 3 y 4 se presenta la dispersión geográfica de las estimaciones para 2015 y 2020, respectivamente. Puede observarse un patrón de dispersión similar al obtenido a partir del modelo SBM, en términos de vecindad de los municipios que registran los mejores desempeños.

El cuadro 2 contiene los promedios estatales de las estimaciones DEA-U para los municipios ineficientes, y en paréntesis el porcentaje que representan respecto al total de municipios analizados en la entidad federativa. En 2015, para la Región Norte, Nuevo León tuvo el menor

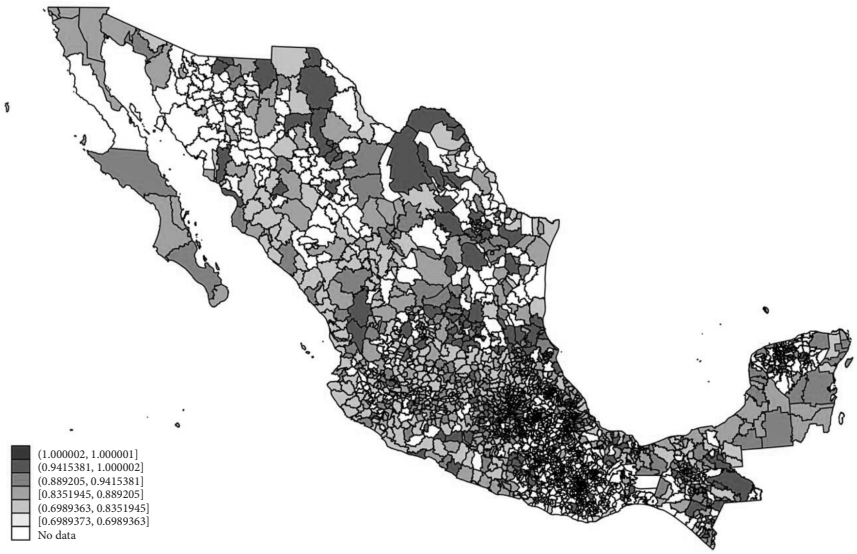
Figura 3. Nivel de eficiencia (DEA-U) de los municipios para 2015



Fuente: elaboración propia. Para fines de comparación se reporta el inverso multiplicativo de la medida DEA-U.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 106 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Figura 4. Nivel de eficiencia (DEA-U) de los municipios para 2020



Fuente: elaboración propia. Para fines de comparación se reporta el inverso multiplicativo de la medida DEA-U.

valor promedio DEA-U,[2] así como el menor porcentaje de municipios ineficientes a nivel nacional con un 62.9%. En la zona Centro-Norte del país, Aguascalientes, Baja California Sur, Durango, Nayarit y Sinaloa fueron las entidades con la totalidad de municipios ineficientes; situación idéntica se observa en los estados de Guanajuato y Puebla, de la Región Centro del país, así como en Campeche, Quintana Roo y Tabasco de la Región Sur. De esta manera, para el inicio del periodo de análisis, los resultados DEA-U concuerdan casi completamente con los del SBM. Para 2020, el estado que tuvo la menor proporción de municipios ineficientes fue Nuevo León, con 69.2 de cada cien; además, en catorce entidades la totalidad de municipios se consideran ineficientes de acuerdo con las estimaciones DEA-U.

[2] La eficiencia se caracteriza por DEA-U = 1; si el valor reportado es >1, el municipio se considera ineficiente.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 107 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Cuadro 2. Valor medio del nivel de eficiencia (DEA-U) de los municipios, 2015-2020

Entidad federativa	2015	2020	Entidad federativa	2015	2020
Región Norte					
BC	1.2029 (80%)	1.1741 (100%)	NVOLN	1.0863 (62.9%)	1.0868 (69.2%)
COAH	1.1491 (88.8%)	1.1287 (82.6%)	SON	1.1475 (90.4%)	1.1392 (100%)
CHHUA	1.2113 (80%)	1.1007 (86.2%)	TAM	1.1444 (96.1%)	1.1550 (100%)
Región Centro-Norte					
AGS	1.1516 (100%)	1.1734 (100%)	MICH	1.1556 (95.2%)	1.1653 (91.3%)
BCS	1.1491 (100%)	1.1381 (100%)	NAY	1.1884 (100%)	1.2115 (100%)
COL	1.2113 (87.5%)	1.1804 (88.8%)	SLP	1.2592 (97.8%)	1.2453 (93.6%)
DUR	1.2028 (100%)	1.1963 (100%)	SIN	1.1229 (100%)	1.0737 (100%)
JAL	1.2018 (97.4%)	1.2239 (98.7%)	ZAC	1.1240 (90.9%)	1.1653 (97.2%)
Región Centro					
CDMX	1.0974 (75%)	1.0701 (81.2%)	MOR	1.1316 (96.1%)	1.1239 (100%)
EDOMEX	1.1231 (92.0%)	1.0964 (85.3%)	PUE	1.1178 (100%)	1.0894 (97.2%)
GTO	1.2171 (100%)	1.2327 (100%)	QUTRO	1.2474 (94.1%)	1.1776 (100%)
HGO	1.1693 (95.9%)	1.2180 (97.2%)	TLAX	1.1180 (83.7%)	1.0891 (86.1%)
Región Sur					
CAM	1.1823 (100%)	1.1236 (100%)	QROO	1.1705 (100%)	1.1304 (100%)
CHIPS	1.0962 (89.8%)	1.1158 (92%)	TAB	1.3272 (100%)	1.2241 (100%)
GRO	1.1941 (95.2%)	1.1613 (98.5%)	VER	1.1429 (95.2%)	1.1172 (97.0%)
OAX	1.1270 (86.0%)	1.1322 (85.0%)	YUC	1.1797 (76%)	1.0683 (75.8%)

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del modelo DEA-U con productos indeseables. Si el valor reportado es 1, el municipio se considera eficiente; si es >1, se le considera ineficiente.

Aun cuando los resultados obtenidos con los modelos SBM y DEA-U son muy similares, el segundo método permite analizar el desempeño de los gobiernos locales en su intento por mejorar simultáneamente las condiciones de vida de la población en términos de carencias sociales y de pobreza por ingresos. En el cuadro 3 se muestran las estimaciones de eficiencia DEA-U para 2015 y 2020, junto con los promedios de recur-

05_VALDES ET AL_vf26.indd 108 13/04/2026 10:43:46 a. m.

sos humanos (profesores, médicos, enfermeras) y de infraestructura (escuelas, camas de hospital, consultorios) por cada mil habitantes, así como de gasto per cápita en infraestructura social y en fortalecimiento municipal. En 2015 fueron clasificados como eficientes tan solo 90 de los 1 216 municipios analizados: 22 de la Región Norte, 18 de la Región Centro-Norte, 24 del Centro y 34 de la Región Sur. En promedio, los municipios eficientes presentaron un gasto per cápita en infraestructura social y fortalecimiento municipal menores que los municipios ineficientes; y en la mayoría de los casos también utilizaron menos recursos humanos e infraestructura. Para 2020 se contabilizaron 92 municipios eficientes entre los 1 309 considerados; sin embargo, dependiendo de la región del país se observaron comportamientos diferenciados: en el Norte y Sur del país disminuyeron los municipios eficientes, pero en el Centro y Centro-Norte aumentaron. Se mantuvo la tendencia a que los municipios eficientes gastaron menos y utilizasen menos recursos que los ineficientes.

Dada su mayor profundidad analítica, los resultados del modelo DEA-U se utilizaron para construir una red neuronal con dos fines primordiales: primero, establecer cuáles insumos entre los analizados tienen mayor relevancia al explicar las variaciones en la eficiencia gubernamental para aminorar en paralelo la población en vulnerabilidad por carencias sociales y en pobreza por ingresos; segundo, determinar el rendimiento de esta metodología para predecir la eficiencia de los municipios. Se obtuvo un total de 2 525 observaciones,[3] de las cuales se eligieron de manera aleatoria 1 520 (equivalentes al 60%) para entrenar al algoritmo de la red neuronal, 20% para validarlo, y los datos restantes (503 observaciones) para evaluar su rendimiento. El propósito del perceptrón multicapa es la clasificación de un municipio como eficiente o ineficiente, partiendo de los datos acerca de su uso de recursos y gasto público en educación, salud, infraestructura y fortalecimiento municipal. Con el fin de evitar problemas de sobreponderación, las diez variables de gasto y recursos que alimentan la capa de entrada fueron normalizadas. En el cuadro 4 se presentan los resultados de las 12 estructuras con mejor desempeño, basado en el AUC. La red que mostró mejores resultados tiene 3 capas ocultas con 50 neuronas en cada capa.

[3] 182 fueron eficientes y 2 343 ineficientes de acuerdo con el modelo DEA-U.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 109 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Cuadro 3. Valores medios de los insumos por nivel de eficiencia DEA-U por regiones, 2015-2020

Año	Núm. de municipio	FISMDF	FORTAMUN	Profesores de primaria y secundaria	Profesores de media superior y superior	
Región Norte						
2015	22 (efic.)	248.40	275.88	1.09	0.56	
	109 (inef.)	390.11	459.69	1.04	0.56	
2020	18 (efic.)	155.85	457.80	0.54	0.43	
	113 (inef.)	413.29	524.63	0.92	0.81	
Región Centro-Norte						
2015	10 (efic.)	252.93	442.38	0.20	0.07	
	307 (inef.)	572.49	466.85	0.59	0.29	
2020	14 (efic.)	673.84	473.50	0.11	0.03	
	330 (inef.)	624.87	515.87	0.45	0.36	
Región Centro						
2015	24 (efic.)	211.07	418.88	0.58	0.66	
	334 (inef.)	522.56	453.16	0.74	0.50	
2020	28 (efic.)	240.66	493.94	0.67	1.13	
	338 (inef.)	581.06	510.61	0.60	0.67	
Región Sur						
2015	34 (efic.)	1 071.5	452.47	0.13	0.02	
	376 (inef.)	1 515.4	444.04	0.48	0.22	
2020	32(efic.)	1 748.5	465.04	0.13	0.02	
	436 (inef.)	1 305.3	507.31	0.37	0.23	

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación del modelo DEA-U con productos indeseables.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 110 13/04/2026 10:43:46 a. m.

	Médicos	Enfermeras	Escuelas de primaria y secundaria	Escuelas de media superior y superior	Camas	Consultorios
	Región Norte					
	0.04	0.08	0.08	0.01	0.02	0.23
	0.07	0.17	0.11	0.04	0.04	0.04
	0.00	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00
	0.07	0.18	0.11	0.02	0.05	0.03
	Región Centro-Norte					
	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01
	0.05	0.09	0.09	0.01	0.02	0.02
	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01
	0.04	0.08	0.08	0.01	0.02	0.02
	Región Centro					
	0.09	0.14	0.04	0.01	0.04	0.03
	0.09	0.16	0.08	0.01	0.04	0.04
	0.06	0.09	0.06	0.01	0.05	0.02
	0.06	0.12	0.08	0.01	0.03	0.03
	Región Sur					
	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
	0.05	0.08	0.08	0.01	0.02	0.02
	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
	0.05	0.09	0.08	0.01	0.02	0.02

05_VALDES ET AL_vf26.indd 111 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Cuadro 4. Desempeño en el entrenamiento de las distintas capas ocultas de las redes neuronales

Capas	Entrenamiento (AUC)	Capas	Entrenamiento (AUC)
[50, 50, 50]	0.9145304	[10]	0.8903698
[100, 100, 100]	0.9069589	[100, 100]	0.8896892
[20, 20]	0.9025068	[20, 20, 20]	0.8886410
[15, 15]	0.8970622	[10, 10]	0.8819760
[50, 50]	0.8932906	[100]	0.8785730
[10]	0.8929787	[10, 10, 10]	0.8709165

Fuente: elaboración propia utilizando Python y H2O.

La evaluación del MLP se basó en la comparación de resultados de las predicciones para los datos que se establecieron para entrenamiento, validación, y los que se utilizaron para testear el desempeño. En el cuadro 5 se presentan las métricas obtenidas para los tres conjuntos de datos: el AUC, el área bajo la curva de recuperación de precisión (AUCPR, *Area under the Precision Recall Curve*), la pérdida logarítmica (log *loss*) y el índice de Gini. Este último mide la desigualdad en la distribución: si su valor se acerca a 0, la clasificación binaria no es útil, ya que todas las instancias son clasificadas igual, pero si tiende hacia 1 entonces la clasificación mejora.

En el cuadro 6 se presentan las matrices de confusión del MLP con 3 capas ocultas y 50 neuronas en cada una. Para el conjunto de los datos de validación, se clasifican correctamente a 15 de 38 municipios eficientes, y

Cuadro 5. Métricas para el modelo MLP

	Entrenamiento	Validación	Prueba
Gini	0.872984	0.829061	0.844878
AUC	0.936492	0.914530	0.922439
AUCPR	0.993867	0.991075	0.994357
Log loss	0.1376031	0.1591197	0.1633262

Fuente: elaboración propia con Python y H2O.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 112 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Cuadro 6. Matriz de confusión del modelo MLP

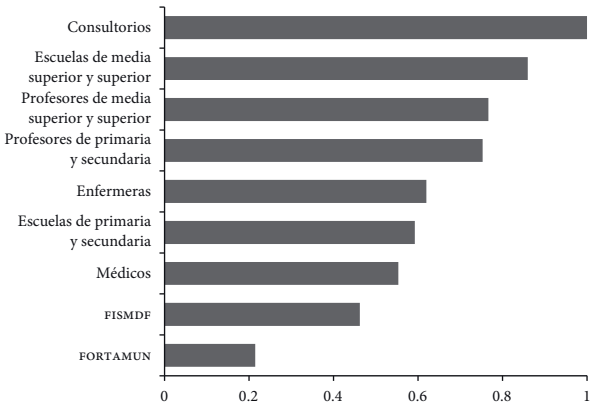
	Validación		Prueba	
Predicción	**Eficiente**	**Ineficiente**	**Eficiente**	**Ineficiente**
Eficiente	15	4	4	0
Ineficiente	23	460	28	471
Tasa clasificación	39.47%	99.14%	12.50%	100.00%
Tasa clasificación general	94.62%		94.43%	

Fuente: elaboración propia con Python y H2O.

a 460 de 464 ineficientes; así, se alcanza una tasa general de clasificación correcta de 94.62%. En la etapa de testeo, la tasa de clasificación es de 94.43%, con la totalidad de los municipios ineficientes correctamente clasificados.

Egmont-Petersen *et al.* (1998) establecieron métricas para determinar la contribución individual de cada variable de entrada al comportamiento del clasificador MLP. De acuerdo con los resultados obtenidos en las etapas de entrenamiento y validación, exhibidos en la gráfica 1, las tres variables más importantes para predecir la eficiencia de los municipios

Gráfica 1. Importancia característica de las entradas del MLP



Fuente: elaboración propia.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 113 13/04/2026 10:43:46 a. m.

son: número de consultorios, junto con escuelas y profesores de educación media superior y superior. Así, la evidencia empírica sugiere que estas son las variables de mayor importancia para explicar la eficiencia en el uso de los recursos para mitigación de vulnerabilidad por carencias sociales y pobreza por ingresos; al tratarse de servicios descentralizados, estas variables muestran de manera indirecta el desempeño de los gobiernos locales en el uso de los recursos de salud e infraestructura social.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Ineficiencia estructural del gasto municipal

En diversas entidades federativas, la totalidad o la gran mayoría de los municipios fueron clasificados como ineficientes, tanto en el modelo SBM como en la especificación del DEA-U con producto indeseable. Este hecho respalda la afirmación de que la magnitud del gasto no garantiza por sí misma un desempeño eficiente en la reducción de carencias sociales; en efecto, aun cuando los municipios reciben recursos destinados a infraestructura social y fortalecimiento institucional, su uso no siempre se traduce en mejoras proporcionales en la reducción de la vulnerabilidad por carencias sociales ni en la disminución de la pobreza por ingresos. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Cyrek (2019) y Valls, Belzunegui y De Andrés (2020), quienes muestran que la relación entre gasto social y reducción de la pobreza puede ser no lineal y su eficiencia está condicionada por la asignación y ejecución de los recursos. En este sentido, la elevada proporción de municipios ineficientes observada sugiere una problemática en la gestión pública local, abarcando problemas de coordinación institucional, desalineación de incentivos intergubernamentales, así como limitaciones en la capacidad administrativa.

5.2. Gasto y eficiencia: más recursos no implica mejores resultados

En promedio, los municipios clasificados como eficientes exhiben menores niveles de gasto per cápita en infraestructura social y fortalecimiento municipal, así como menores dotaciones de recursos humanos e infraestructura, en comparación con los municipios ineficientes. Este

05_VALDES ET AL_vf26.indd 114 13/04/2026 10:43:46 a. m.

patrón se observa a lo largo del tiempo y en distintas regiones del país. A partir de esto se puede cuestionar la noción de que incrementos de presupuesto conducen automáticamente a mejores resultados sociales. La evidencia es congruente con la literatura que subraya que la efectividad del gasto público depende de su magnitud, composición, calidad de ejecución y focalización (Deaton, 2005; López y Galinato, 2007). Esto podría reflejar problemas de capacidad administrativa, duplicidades en la provisión de servicios, o una asignación que no está alineada con las necesidades de la población local.

Aunado a esto, la importancia característica de los variables de entrada utilizadas en el perceptrón multicapa revela que el número de consultorios, las escuelas y los profesores de educación media superior y superior son las más relevantes para explicar la eficiencia municipal en el combate a la pobreza por ingresos y la vulnerabilidad a carencias sociales. En contraste, los montos per cápita de FISMDF y FORTAMUN no aparecen entre los factores con mayor peso predictivo. Este hallazgo se interpreta como evidencia de que la eficiencia en la mitigación de la vulnerabilidad y la pobreza no depende exclusivamente del nivel de las transferencias, sino de la manera específica en que los recursos se traducen en provisión efectiva de servicios públicos, especialmente en niveles educativos superiores e infraestructura básica de salud. Al respecto, Deaton (2016) sostiene que la calidad de la provisión estatal en educación y salud es un componente fundamental para mejorar las condiciones de vida de la población vulnerable. Asimismo, el hecho de que los insumos relacionados con educación media superior y superior resulten determinantes puede interpretarse como un indicio de que la acumulación de capital humano tiene efectos indirectos sobre la reducción de la vulnerabilidad social. Este resultado dialoga con la literatura que enfatiza el papel de la educación en la movilidad social y en la disminución intergeneracional de la pobreza, como documentan Hidalgo e Iturbe (2018).

5.3. Implicaciones institucionales y delimitación de responsabilidades en el marco federalista

La distribución de competencias entre Federación, entidades federativas y municipios está delineada en la Constitución Política de los Estados

05_VALDES ET AL_vf26.indd 115 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Unidos Mexicanos. Bajo este esquema, los municipios tienen responsabilidades directas en materia de servicios públicos locales, mientras que la educación media superior y superior, así como buena parte de los servicios de salud, se encuentran bajo esquemas de concurrencia o coordinación intergubernamental.

En este contexto, el análisis de eficiencia municipal no implica que los resultados observados sean atribuibles exclusivamente a las decisiones de los gobiernos locales. Aun cuando el análisis de eficiencia permite identificar hasta qué grado, dadas ciertas dotaciones de insumos y niveles de gasto, un municipio se ubica dentro o fuera de la frontera eficiente; estos resultados no distinguen entre fallas asociadas al diseño de las transferencias federales, a la normatividad estatal, o a la capacidad administrativa municipal. Por lo tanto, los hallazgos deben interpretarse como evidencia de desempeño relativo dentro de un arreglo institucional específico, y no como una asignación directa de responsabilidad unilateral.

En consecuencia, las lecciones de política pública deben formularse en el mismo marco federalista, ya que el incrementar el gasto no garantiza mejoras automáticas en los indicadores de vulnerabilidad y pobreza; sin embargo, ello no implica que la solución resida exclusivamente en ajustes municipales. Más bien, la evidencia apunta hacia la necesidad de fortalecer mecanismos de coordinación intergubernamental, revisar los incentivos implícitos en las transferencias federales, considerar las diferencias estructurales entre territorios, y promover esquemas de evaluación que integren responsabilidades compartidas.

Finalmente, es importante subrayar que las técnicas de envolventes utilizadas evalúan la eficiencia relativa, pero no determinan causalidad ni identifican de manera directa el nivel de gobierno responsable de los resultados observados. Por ello, cualquier recomendación de política debe formularse con cautela, reconociendo que el desempeño municipal está condicionado por un complejo entramado institucional; no obstante, el análisis envolvente sí aporta elementos relevantes para el debate sobre la calidad del gasto público en un sistema federal donde las competencias son compartidas y las responsabilidades se encuentran distribuidas entre distintos órdenes de gobierno.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 116 13/04/2026 10:43:46 a. m.

6. CONCLUSIONES

Este artículo analiza la relación entre la eficiencia del gasto público en infraestructura social, fortalecimiento municipal, educación y salud, así como en el desempeño de los recursos humanos en los sectores de salud y educativo, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad por carencias sociales a nivel municipal en México entre 2015 y 2020. La relevancia de esta investigación radica en la escasez de estudios enfocados en las finanzas públicas a nivel municipal en el caso mexicano, así como en la necesidad de evaluar el desempeño relativo del gasto bajo un esquema de coordinación fiscal descentralizada.

En relación con la primera hipótesis, los resultados muestran que la magnitud del gasto público per cápita no garantiza por sí misma un desempeño eficiente en la reducción de la vulnerabilidad por carencias sociales. En promedio, los municipios clasificados como eficientes utilizaron menores niveles de recursos e insumos que aquellos considerados ineficientes. Este hallazgo sugiere que el vínculo entre recursos y resultados sociales depende de la forma en que los insumos son gestionados y articulados en el ámbito local.

Respecto a la segunda hipótesis, la evidencia confirma que la eficiencia del gasto varía según su composición sectorial. Los recursos asociados a infraestructura básica en salud —como consultorios— y a educación media superior y superior muestran mayor relevancia en la explicación del desempeño municipal que los montos agregados de transferencias. Esto indica que los componentes del gasto público tienen diferente capacidad para incidir en las condiciones de vida, y que la provisión efectiva de servicios públicos influye en la mitigación de carencias sociales y pobreza por ingresos.

En cuanto a la tercera hipótesis, los resultados sugieren que el desempeño municipal debe interpretarse dentro del arreglo institucional del federalismo fiscal mexicano. La elevada dependencia de transferencias intergubernamentales implica que la eficiencia observada no es atribuible exclusivamente a decisiones municipales, sino que está condicionada por reglas de asignación, competencias constitucionales y esquemas de coordinación entre niveles de gobierno. Las técnicas de envolvente permiten identificar desempeño relativo, pero no asignan responsabilidad directa a un orden específico de gobierno, lo que exi-

05_VALDES ET AL_vf26.indd 117 13/04/2026 10:43:46 a. m.

ge formular recomendaciones de política dentro del mismo contexto federalista.

Los hallazgos también revelan importantes disparidades territoriales. Si bien entidades como Nuevo León presentan un desempeño consistentemente eficiente, la heterogeneidad regional indica que factores económicos, institucionales y administrativos influyen en la capacidad de los municipios para transformar recursos en resultados sociales. Esta variabilidad refuerza la necesidad de fortalecer mecanismos de coordinación intergubernamental y de considerar componentes de desempeño en los esquemas de asignación de recursos.

En términos de política pública, la evidencia sugiere que las estrategias orientadas exclusivamente a incrementar el gasto pueden ser insuficientes en ausencia de mejoras en la calidad de ejecución, en la focalización sectorial y en los incentivos institucionales. Un enfoque integral debería considerar tanto la distribución constitucional de responsabilidades como la necesidad de fortalecer capacidades administrativas locales y sistemas de evaluación del desempeño.

Esta investigación, como es natural, enfrenta ciertas limitaciones. Los modelos empleados — SBM, DEA-U y redes neuronales— permiten evaluar eficiencia relativa, pero no establecen relaciones causales directas. Asimismo, la disponibilidad y calidad de la información condicionan el alcance del análisis, y la exclusión de municipios con menos de 10 000 habitantes limita la representatividad del estudio. Futuras investigaciones podrían profundizar en el papel de factores institucionales, políticos y de gobernanza, así como ampliar el horizonte temporal y territorial del análisis.

La evidencia presentada subraya que la eficiencia del gasto público municipal en México depende del nivel de recursos asignados, de su composición, del diseño institucional que los regula y de la capacidad local para gestionarlos. Evaluar el desempeño dentro de un marco federalista permite enriquecer el debate sobre la calidad del gasto público y avanzar hacia políticas más coherentes, coordinadas y orientadas a resultados que favorezcan el bienestar de la población. ◄

REFERENCIAS

Afonso, A. y Baquero, G. (2024). Government Spending Efficiency in Latin America. *Empirica*, 51(1), 127-160. https://doi.org/10.1007/s10663-023-09599-4

05_VALDES ET AL_vf26.indd 118 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Afonso, A., Schuknecht, L. y Tanzi, V. (2010). Income Distribution Determinants and Public Spending Efficiency. *The Journal of Economic Inequality*, 8(3), 367-389. https://doi.org/10.1007/s10888-010-9138-z

Aggarwal, C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*. Springer.

Amponsah, M., Agbola, F.W. y Mahmood, A. (2023). The Relationship between Poverty, Income Inequality and Inclusive Growth in Sub-Saharan Africa. *Economic Modelling*, 126, 106415. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106415

Asghar, N., Hussain, Z. y Rehman, H.U. (2012). The Impact of Government Spending on Poverty Reduction: Evidence from Pakistan 1972 to 2008. *African Journal of Business Management*, 6(3), 845.

Barnes, G. (2000). El gasto público en México. En: INAP (ed.). *Las Finanzas del Sistema Federal Mexicano. La Reforma del Sistema Fiscal. Visión Parlamentaria* (pp. 207-240). Instituto Nacional de Administración Pública (INAP) A.C.

Cao, M., Xu, D., Xie, F., Liu, E. y Liu, S. (2016). The Influence Factors Analysis of Households' Poverty Vulnerability in Southwest Ethnic Areas of China based on the Hierarchical Linear Model: A case study of Liangshan Yi autonomous prefecture. *Applied Geography*, 66, 144-152. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.11.016

Cárdenas, O. (2009). Poverty Reduction Approaches in Mexico Since 1950: Public Spending for Social Programs and Economic Competitiveness Programs. *Journal of Business Ethics*, 88, 269-281. https://doi.org/10.1007/s10551-009-0289-4

Celikay, F. y Gumus, E. (2017). The Effect of Social Spending on Reducing Poverty. *International Journal of Social Economics*, 44(5), 620-632. https://doi.org/10.1108/ijse-10-2015-0274

Charnes, A. y Cooper, W.W. (1962). Programming with Linear Fractional Functionals. *Naval Research Quarterly*, 9(3-4), 333-334. https://doi.org/10.1002/nav.3800090303

Chiatchoua, C., García, V.F. y Neme, O. (2022). Contribución de las exportaciones en la reducción de la pobreza en México, 2008-2018. *Análisis Económico*, 37(96), 61-77.

Chotia, V. y Rao, N. (2017). Investigating the Interlinkages between Infrastructure Development, Poverty and Rural-urban Income Inequality: Evidence from BRICS Nations. *Studies in Economics and Finance*, 34(4), 466-484. https://doi.org/10.1108/sef-07-2016-0159

Cyrek, M. (2019). Government Social Spending in the EU Countries: Efficiency in Poverty and Income Inequality Reduction. *Equilibrium. Quarterly Journal*

05_VALDES ET AL_vf26.indd 119 13/04/2026 10:43:46 a. m.

of Economics and Economic Policy, 14(3), 405-424. https://doi.org/10.24136/eq.2019.019

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última reforma publicada. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Deaton, A. (2005). Measuring Poverty in a Growing World (or Measuring Growth in a Poor World). *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 1-19. https://doi.org/10.1162/0034653053970384

Deaton, A. (2016). Measuring and Understanding Behavior, Welfare, and Poverty. *American Economic Review*, 106(6), 1221-1243. http://doi.org/10.1257/aer.106.6.1221

Díaz, M. (2002). Federalismo fiscal y asignación de competencias: una perspectiva teórica. *Economía Sociedad y Territorio,* 3(11), 387-407. https://doi.org/10.22136/est002002345

Egmont-Petersen, M., Talmon, J.L., Hasman, A. y Ambergen, A.W. (1998). Assessing the Importance of Features for Multi-layer Perceptrons. *Neural Networks*, 11(4), 623-635. https://doi.org/10.1016/S0893-6080(98)00031-8

Fan, S., Hazell, P. y Thorat, S. (2000). Government Spending, Growth and Poverty in Rural India. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4), 1038-1051. https://doi.org/10.1111/0002-9092.00101

Färe, R. y Grosskopf, S. (2004). Modeling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation: Comment. *European Journal of Operational Research*, 157(1), 242-245. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00191-7

Fosu, A. (2017). Growth, Inequality, and Poverty Reduction in Developing Countries: Recent Global Evidence. *Research in Economics*, 71(2), 306-336. https://doi.org/10.1016/j.rie.2016.05.005

Freeman, D. (2003). Trickling Down the Rising Tide: New Estimates of the Link between Poverty and the Macroeconomy. *Southern Economic Journal*, 70(2), 359-373. https://doi.org/10.1002/j.2325-8012.2003.tb00575.x

Galí, J., López-Salido, J.D. y Vallés, J. (2007). Understanding the Effects of Government Spending on Consumption. *Journal of the European Economic Association*, 5(1), 227-270. https://doi.org/10.1162/JEEA.2007.5.1.227

González, P. y Gómez, E. (2020). Federalismo fiscal y las asignaciones de transferencias en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(3), 395-413. https://doi.org/10.21919/remef.v15i3.465

Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.

05_VALDES ET AL_vf26.indd 120 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Hidalgo, M. y Iturbe, I. (2018). Long-run Effects of Public Expenditure on Poverty. *The Journal of Economic Inequality*, 16, 1-22. https://doi.org/10.1007/s10888-017-9360-z

Hoynes, H.W., Page, M.E. y Stevens, A.H. (2006). Poverty in America: Trends and explanations. *Journal of Economic Perspectives*, 20(1), 47-68. https://doi.org/10.1257/089533006776526102

Hua, Z. y Bian, Y. (2007). DEA with Undesirable Factors. En: J. Zhu y W. Cook (eds.), *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (pp. 103-121). Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_6

Hung, N.T. y Thanh, S.D. (2022). Fiscal Decentralization, Economic Growth, and Human Development: Empirical Evidence. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2109279. https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2109279

Kalirajan, K. y Singh, K. (2009). The Pace of Poverty Reduction Across the Globe: An Exploratory Analysis. *International Journal of Social Economics*, 36(6), 692-705. http://dx.doi.org/10.1108/03068290910956921

López, R. y Galinato, G.I. (2007). Should Governments Stop Subsidies to Private Goods? Evidence from Rural Latin America. *Journal of Public Economics*, 91(5-6), 1071-1094. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2006.10.004

Medeiros, V., Marques, R. y Vasconcelos, P. (2021). Infrastructure and Household Poverty in Brazil: A Regional Approach Using Multilevel Models. *World Development*, 137, 105118. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105118

Mulok, D., Kogid, M., Asid, R. y Lily, J. (2012). Is Economic Growth Sufficient for Poverty Alleviation? Empirical evidence from Malaysia. *Cuadernos de Economía*, 35(97), 26-32. https://doi.org/10.1016/S0210-0266(12)70020-1

Musgrave, R. (1959). *The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy*. McGraw-Hill.

Mutascu, M., Lessoua, A. e Ianc, N.B. (2024). The Impact of Inflation on Inequality in the CEMAC and UEMOA Zones of Sub-Saharan Africa. *International Journal of Finance & Economics*, 30(2), 1893-1914. https://doi.org/10.1002/ijfe.2993

Niu, K. y Xu, H. (2023). Urban-rural Integration and Poverty: Different Roles of Urban-rural Integration in Reducing Rural and Urban Poverty in China. *Social Indicators Research*, 165(3), 737-757. https://doi.org/10.1007/s11205-022-03042-0

Oates, W. (1972). *Fiscal Federalism*. Harcourt Brace Jovanovich.

Oates, W. (1999). An Essay on Fiscal Federalism. *Journal of Economic Literature*, 37(3), 1120-1149. http://www.jstor.org/stable/2564874

05_VALDES ET AL_vf26.indd 121 13/04/2026 10:43:46 a. m.

Ramírez, E. (2011). Federalismo y finanzas públicas: una discusión acotada para México. *Economía UNAM*, 8(22), 15-36.
Rupasingha, A. y Goetz, S.J. (2007). Social and Political Forces as Determinants of Poverty: A Spatial Analysis. *The Journal of Socio-Economics*, 36(4), 650-671. https://doi.org/10.1016/j.socec.2006.12.021
Sasmal, R. y Sasmal, J. (2016). Public Expenditure, Economic Growth and Poverty Alleviation. *International Journal of Social Economics,* 43(6), 604-618. https://doi.org/10.1108/IJSE-08-2014-0161
SHCP, Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2024). *Estadísticas Oportunas*. Disponible en: http://presto.hacienda.gob.mx/EstoporLayout/
Thorbecke, E. (2013). The Interrelationship Linking Growth, Inequality and Poverty in Sub-Saharan Africa. *Journal of African Economies,* 22(suppl_1), i15-i48. https://doi.org/10.1093/jae/ejs028
Tone, K. (2001). A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00407-5
Valdés, E., Cernichiaro, C. y Méndez, M.A. (2025). Desempeño del gasto gubernamental y carencias sociales a nivel subnacional, 2014-2022. *Investigación Económica*, 84(331), 172–199. https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2025.331.89280
Valls, F., Belzunegui, Á. y De Andrés, J. (2020). Efficiency of Social Expenditure Levels in Reducing Poverty Risk in the EU-28. *Poverty & Public Policy*, 12(1), 43-62. https://doi.org/10.1002/pop4.267
Zhang, R. y Naceur, S. (2019). Financial Development, Inequality, and Poverty: Some International Evidence. *International Review of Economics & Finance*, 61, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.12.015

05_VALDES ET AL_vf26.indd 122 13/04/2026 10:43:46 a. m.