



Índice de marginación urbana 2020

Nota técnico-metodológica

Septiembre de 2020

Introducción

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)¹ urbanas del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación y la salud, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Para su estimación se utilizó como fuente de información los microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020.

Este nuevo ejercicio también utiliza el método de Distancia de Pena Trapero (1977), conocido como método DP_2 , el cual se usó para la estimación de los índices de marginación por entidad federativa y municipio 2020 (CONAPO, 2021). Este modelo estadístico mide distancias y permite comparar dos o más observaciones e interpretar sus diferencias cardinalmente. Al mismo tiempo, ofrece resultados similares a los ejercicios anteriores, estadísticamente es robusto y presenta múltiples bondades matemáticas. Con esto, se mantiene la naturaleza y utilidad del índice de marginación, y se atienden los principales aspectos de mejora técnica y metodológica de las estimaciones anteriores (Camberos y Bracamontes, 2007; Cárdenas, 2010; Gutiérrez-Pulido y Gama-Hernández, 2010).

El *índice de marginación urbana 2020* es una herramienta de gran utilidad que permite observar y analizar la desigualdad en la participación del proceso de desarrollo y el disfrute de sus beneficios, al interior de localidades urbanas, ciudades y zonas metropolitanas.

En esta nota técnico-metodológica se plantea, en primera instancia, una explicación sobre la construcción de los indicadores socioeconómicos que conforman el índice de marginación urbana, así como una descripción del método utilizado para su obtención, su estratificación –que determina los cinco grados de marginación– y su normalización. En un último apartado, se presenta en un cuadro el número de AGEB urbanas y su monto de población según su grado de marginación.

Metodología de estimación del índice de marginación

El *Índice de marginación urbana 2020* se desarrolló con indicadores socioeconómicos del Censo de Población y Vivienda 2020, obtenidos a través de una petición de información al Laboratorio de Microdatos del INEGI. Gracias a ello se estimaron los indicadores que representan once formas de exclusión de la marginación en las dimensiones: educación, salud, vivienda y disponibilidad de bienes.

¹ Es la extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales. Según sean sus características, se clasifican en dos tipos: AGEB urbana o AGEB rural.





Los once indicadores propuestos mantienen las bases teórico-conceptuales de los trabajos previos de marginación urbana (CONAPO, 2002, 2009 y 2012); no obstante, en esta actualización algunos indicadores cambiaron su diseño de cálculo.

Respecto al cálculo de los once indicadores se estableció a I_j^i como el indicador socioeconómico j , para la AGEB i , con $j = 1, 2, \dots, 11$ e $i = 1, 2, \dots, 50\,790$ para el ejercicio del 2020.²

- Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (I_1^i)

El indicador se obtiene dividiendo el monto de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela entre la diferencia de la población total de 6 a 14 años y aquellos que no especificaron su condición de asistencia a la escuela:

$$I_1^i = \frac{PNS_{6-14}^i}{P_{6-14}^i - PNEAS_{6-14}^i} \times 100$$

donde:

PNS_{6-14}^i : es la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela,

P_{6-14}^i : es la población total de 6 a 14 años, y

$PNEAS_{6-14}^i$: es la población de 6 a 14 años que no especificó su condición de asistencia a la escuela.

- Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica (I_2^i)

El indicador mide la magnitud de la población sin educación básica completa. Su cálculo se realiza en dos etapas. En la primera, la población que no especificó su último grado aprobado en secundaria o en estudios técnicos o comerciales con primaria terminada, se distribuye entre la población que aprobó entre uno y dos grados en estos mismos niveles educativos, aplicando la siguiente fórmula:

$$PSI_{15+}^i = PSCI_{15+}^i + \left[\frac{PSCI_{15+}^i}{PSCI_{15+}^i + PSCC_{15+}^i} \times PNEGS_{15+}^i \right],$$

donde:

PSI_{15+}^i : es la población de 15 años o más que aprobó entre el primer y segundo grado de secundaria o estudios técnicos o comerciales con primaria terminada con los no especificados de estos niveles educativos ya distribuidos,

$PSCI_{15+}^i$: es la población de 15 años o más que declaró haber aprobado entre el primer y segundo grado de secundaria o estudios técnicos o comerciales con primaria terminada,

² Se usó el criterio de selección establecido desde el ejercicio 2005, el cual establece que las AGEB urbanas susceptibles de entrar al análisis de marginación deben contar con al menos 20 viviendas particulares habitadas con información de ocupantes (CONAPO, 2009).





$PSCC_{15+}^i$: es la población de 15 años o más que cursó el tercer grado en secundaria o tres o cuatro grados en estudios técnicos o comerciales con primaria terminada, y
 $PNEGS_{15+}^i$: es la población de 15 años o más que no especificó su último grado cursado en secundaria o en estudios técnicos o comerciales con primaria terminada.

Con el dato de la población con estudios truncos en secundaria o en estudios técnicos o comerciales con primaria terminada, se procedió a calcular el indicador de porcentaje de población sin educación básica. Este porcentaje se calcula dividiendo la población de 15 años o más sin educación básica, entre la diferencia de la población total de 15 años o más y aquellos que no especificaron su nivel educativo:

$$I_2^i = \frac{PSIN_{15+}^i + PPI_{15+}^i + PSI_{15+}^i}{P_{15+}^i - PNEIN_{15+}^i} \times 100,$$

donde:

$PSIN_{15+}^i$: es la población de 15 años o más sin instrucción,
 PPI_{15+}^i : es la población de 15 años o más con algún grado en educación primaria,
 PSI_{15+}^i : es la población de 15 años o más con nivel incompleto de secundaria o estudios técnicos o comerciales con primaria terminada,
 P_{15+}^i : es la población total de 15 años o más, y
 $PNEIN_{15+}^i$: es la población de 15 años o más que no especificó su nivel de instrucción.

- Porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud (I_3^i)

En este indicador se identifica a la población sin derechohabiencia a los servicios de salud y se divide entre el total de población menos el número de personas que no especificó su condición de derechohabiencia a los servicios de salud:

$$I_3^i = \frac{PSD^i}{P^i - PNESD^i} \times 100,$$

donde:

PSD^i : es la población sin derechohabiencia a los servicios de salud,
 P^i : es la población total, y
 $PNESD^i$: es la población que no especificó su condición de derechohabiencia a los servicios de salud.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni sanitario (I_4^i)

Este porcentaje se obtiene al dividir el número de ocupantes de viviendas particulares sin drenaje ni sanitario, entre el número de ocupantes en viviendas particulares, menos el número de ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la disponibilidad de drenaje ni sanitario:





$$I_4^i = \frac{OVSDS^i}{OVP^i - ONEDS^i} \times 100,$$

donde:

OVSDSⁱ: son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de drenaje ni sanitario,

OVPⁱ: es el total de ocupantes en viviendas particulares, y

ONEDSⁱ: son los ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la disponibilidad de drenaje ni sanitario.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica (*I₅ⁱ*)

Este indicador se obtiene al dividir el número de ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de energía eléctrica, entre el número de ocupantes en viviendas particulares menos el número de ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la existencia de luz eléctrica:

$$I_5^i = \frac{OSEE^i}{OVP^i - ONEEE^i} \times 100,$$

donde:

OSEEⁱ: son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de energía eléctrica,

OVPⁱ: es el total de ocupantes en viviendas particulares, y

ONEEEⁱ: es el número de ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la disponibilidad de energía eléctrica.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada (*I₆ⁱ*)

Para obtener este indicador se divide el número de ocupantes en viviendas particulares que no disponen de agua entubada, entre la diferencia del total de ocupantes en viviendas particulares y el total de ocupantes en viviendas en donde no se especificó la disponibilidad de agua entubada:

$$I_6^i = \frac{OSAE^i}{OVP^i - ONEAE^i} \times 100,$$

donde:

OSAEⁱ: son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de agua entubada,

OVPⁱ: es el total de ocupantes en viviendas particulares, y

ONEAEⁱ: son los ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la disponibilidad de agua entubada.





- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra (I_7^i)

En este indicador se identifican los ocupantes de viviendas particulares con piso de tierra y se divide entre el total de ocupantes en viviendas particulares, menos el número de ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó el material predominante en pisos:

$$I_7^i = \frac{OPT^i}{OVP^i - ONEMP^i} \times 100,$$

donde:

OPT^i : son los ocupantes de viviendas particulares con piso de tierra,

OVP^i : es el total de ocupantes en viviendas particulares, y

$ONEMP^i$: son los ocupantes de viviendas particulares en las que no se especificó el material predominante en pisos.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con hacinamiento (I_8^i)

El procedimiento para el cálculo de este indicador constó de dos etapas. Primero, en cada vivienda particular habitada se dividió el número de ocupantes entre el número de cuartos dormitorio, para identificar las viviendas con hacinamiento:

$$VHAC = \frac{OVP}{CDVP},$$

donde:

$VHAC$: es la vivienda con hacinamiento,

OVP : es el número de ocupantes que residen habitualmente una vivienda particular, y

$CDVP$: es el número de cuartos dormitorio en una vivienda particular.

En la segunda fase de cálculo, se dividió el número de ocupantes en viviendas particulares con hacinamiento, entre el total de ocupantes en viviendas particulares habitadas menos el número de ocupantes en viviendas particulares habitadas donde no se especificó el número de cuartos dormitorio:

$$I_8^i = \frac{OVHAC^i}{OVP^i - ONECD^i} \times 100,$$

donde:

$OVHAC^i$: son los ocupantes en viviendas particulares con hacinamiento,

OVP^i : es el total de ocupantes en viviendas particulares, y

$ONECD^i$: son los ocupantes en viviendas particulares en donde no se especificó el número de cuartos dormitorio.





- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin refrigerador (I_9^i)

En este indicador se identifican los ocupantes en viviendas particulares que no disponen de refrigerador y se divide entre el total de ocupantes en viviendas particulares menos los ocupantes en viviendas particulares que no especificaron la disponibilidad de refrigerador:

$$I_9^i = \frac{OSR^i}{OVP^i - ONER^i} \times 100,$$

donde:

OSR^i : son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de refrigerador,
 OVP^i : es el total de ocupantes en viviendas particulares, y
 $ONER^i$: son los ocupantes de viviendas particulares en donde no se especificó la disponibilidad de refrigerador.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin internet (I_{10}^i)

El indicador se calculó dividiendo el número de ocupantes en viviendas particulares que no disponen de servicio de internet, entre el total de ocupantes en viviendas particulares menos los ocupantes en viviendas particulares donde no se especificó la disponibilidad de internet:

$$I_{10}^i = \frac{OSI^i}{OVP^i - ONEI^i} \times 100,$$

donde:

OSI^i : son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de internet,
 OVP^i : es el total de ocupantes en viviendas particulares, y
 $ONEI^i$: son los ocupantes de viviendas particulares en las que no se especificó la disponibilidad de internet.

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin celular (I_{11}^i)

Este indicador se obtiene dividiendo el número de ocupantes en viviendas particulares que no disponen de celular, entre el total de ocupantes en viviendas particulares menos los ocupantes en viviendas particulares que no especificaron la disponibilidad de celular:

$$I_{11}^i = \frac{OSC^i}{OVP^i - ONEC^i} \times 100,$$

donde:

OSC^i : son los ocupantes de viviendas particulares sin disponibilidad de celular,
 OVP^i : es el total de ocupantes en viviendas particulares, y
 $ONEC^i$: son los ocupantes de viviendas particulares en las que no se especificó la disponibilidad de celular.





Estimación del índice de marginación urbana

Para estimar los índices de marginación en sus diferentes desagregaciones, se utilizó el Método de Distancia de Pena Trapero (1977), también conocido como método de medición de distancia P_2 o método DP_2 , desarrollado para hacer comparaciones intertemporales y espaciales y ha sido aplicado en investigaciones sobre calidad de vida en la Unión Europea y España (Somarriba y Pena 2009; Nayak y Mishra, 2012; Zarzosa, 1996 y 2012).

El método DP_2 es un modelo multivariado. El indicador construido con este procedimiento de agregación basado en un método econométrico de medición de distancias P_2 , posibilita la comparación en función de una amplia gama de variables en un indicador sintético: el indicador DP_2 . Por lo tanto, las unidades geográficas de un mismo nivel de desagregación se pueden contrastar en el tiempo por un conjunto completo de indicadores sintetizados en un índice.

La esencia de este método es medir la distancia entre cada área de estudio y una base de referencia. Como Zarzosa (2009) indica, la base de referencia puede conformarse por los “máximos valores observados para todas las variables o mayores valores que ellos; o bien, pueden ser los mínimos valores observados para todas las variables, o menores valores que ellos”. Incluso, la base de referencia puede ser un país o territorio ficticio con estas características. Si se opta por una base de referencia con las condiciones teóricas inferiores, entonces, el indicador DP_2 calcula la distancia de cada territorio estudiado a este territorio ficticio cuyo valor $DP_2 = 0$. Por lo tanto, un valor de DP_2 más alto indica mayor bienestar, dado que tiene una mayor distancia de la peor condición teórica.

Para permitir la comparación en el tiempo de los indicadores simples, se tomó como referencia la fecha censal 2010 y se determinó el vector base de referencia común en las condiciones ya conocidas de ser igual o inferior al mínimo, es decir, el peor escenario en las AGEB urbanas (véase cuadro 1). De esta manera, se calcularon los valores de las distancias para cada componente y para cada unidad geográfica. Es importante señalar que el cambio de base de referencia no condiciona o afecta la estructura del cálculo del índice de marginación, ya que cumple el postulado de invarianza respecto a la base de referencia.

Cuadro 1. Base de referencia a nivel AGEB, 2010

Indicadores socioeconómicos	Base de referencia
Porcentaje de población de 6 a 14 que no asiste a la escuela	-100
Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica	-100
Porcentaje de población sin derechohabencia a los servicios de salud	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas con hacinamiento	-98.37
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin refrigerador	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin internet	-100
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin celular	-100

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.





El indicador sintético DP_2 se define de la siguiente manera:

$$DP_2 = \sum_{i=1}^n \frac{d_{ij}}{\sigma_j} (1 - R_{j,j-1,\dots,1}^2); \text{ con } R_1^2 = 0$$

donde:

$d_{ij} = |x_{rj} - x_{*j}|$: es la distancia de la j -ésima variable del AGEB r con respecto a la base de referencia $x_* = (x_{*1}, x_{*2}, \dots, x_{*n})$. Tomando como punto de referencia el valor mínimo de la variable, siendo esta la peor situación teórica,

σ_j : es la desviación estándar de la variable j ,

$R_{j,j-1,\dots,1}^2$: es el coeficiente de determinación de la regresión del indicador parcial j con respecto a los otros indicadores ($j - 1, j - 2, \dots, 1$). Esta expresión es parte de la varianza del indicador parcial I_j que se explica linealmente por el resto de los indicadores parciales,

$(1 - R_{j,j-1,\dots,1}^2)$: es el factor corrector que evita la duplicidad, al eliminar la información parcial de los indicadores ya contenidos en los indicadores precedentes, y

$R_1^2 = 0$: porque la primera componente aporta toda la información y al no existir un componente previo su ponderación es la unidad.³

El método DP_2 ofrece múltiples ventajas: permite realizar comparaciones espaciales y temporales; admite variables expresadas en diferentes unidades de medida; evita duplicidad de información y tiene imparcialidad en el esquema de ponderación. El indicador sintético de distancia DP_2 también presenta las siguientes propiedades matemáticas: existencia, determinación, monotonía, unicidad, invariancia frente a la base de referencia, homogeneidad, transitividad, exhaustividad, aditividad y neutralidad (Somarriba y Pena 2009; Zarzosa y Somarriba 2013). Estas bondades del método DP_2 brindan mayores beneficios que el Análisis de Componentes Principales (Somarriba y Pena, 2009).

Otro de los beneficios del método DP_2 es que permite identificar la importancia de cada variable en el fenómeno estudiado, su aportación y el impacto de ellas de manera agregada. Las variables son analizadas con el coeficiente de discriminación de Ivanovic. Este coeficiente se considera una medida de bondad de los indicadores, ya que sirve para cuantificar el poder discriminante o la cantidad de información aportada por cada variable al indicador final. Se calcula mediante:

$$CD_i(P) = \frac{2}{m(m-1)} \sum_{j,l>j}^{k_j} m_{ji} m_{li} \left| \frac{x_{ji} - x_{li}}{\bar{x}_i} \right|, \quad i \in \{1, \dots, n\}$$

donde:

m : el número de unidades de análisis j (AGEB),

m_{ji} : es el número de unidades de análisis j (AGEB), en el conjunto P ,

³ Los símbolos y notaciones matemáticas de este apartado se presentan íntegramente como en Pena (1977) y Zarzosa (1996).





x_{ji} : es el valor de la variable x_i en la unidad de análisis j (AGEB), y
 k_j : es el número de diferentes valores que x_i toma en el conjunto P .

Esta medida oscila entre 0 y 2, que son los dos extremos de los casos teóricos en cuanto al poder discriminatorio (Zarzosa, 1996). Si una variable tiene el mismo valor para todas las unidades de análisis, $CD=0$, la variable no tendrá ningún poder de discriminación; en cambio, si $CD=2$, la variable ejercerá un poder discriminatorio completo.

El método DP_2 también determina el impacto de cada indicador simple como parte del indicador sintético. Para hacer esto, se calcula la cantidad de información global de Ivanovic-Pena relativa individual o valor α_i (Zarzosa, 1996), definida como:

$$\alpha_i = \frac{CD_i(1 - R_{i,i-1,\dots,1}^2)}{\sum_{i=1}^n CD_i(1 - R_{i,i-1,\dots,1}^2)}$$

Esta medida presenta valores entre 0 y 1. Su cálculo fusiona la información única de cada indicador simple, el poder discriminatorio mediante el coeficiente de discriminación de Ivanovic y las medidas de la cantidad de información relativa (combinada) que aporta cada indicador simple individualmente. Cada valor resultante indica el aumento que se produce cuando se incorpora cada variable de forma ordenada en el indicador sintético DP_2 ; la suma de todos los valores de α_i es la unidad.

Con la obtención del índice de marginación a través del método DP_2 , los valores se clasifican en cinco categorías ordinales con el método de Dalenius y Hodges (1959), para obtener el grado de marginación. Este método forma estratos de manera que la varianza sea mínima al interior de cada estrato y máxima entre cada uno de ellos, es decir, son lo más homogéneos posibles. Este procedimiento utiliza la raíz de las frecuencias acumuladas para la construcción de los estratos, por lo que se lleva a cabo para la división de la población en el estrato L . Esta es una solución aproximada de Dalenius y Hodges (1959) a las ecuaciones de Dalenius (1950). De acuerdo con Gunning y Horgan (2004), el límite superior de cada estrato se determinó con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

Sea un conjunto de estratos determinados por su límite superior,

$$Q, 2Q, \dots, (L - 1)Q, (L)Q.$$

donde:

J : es el número de clases dentro del grupo de la variable ordenada X ,
 $f_i \in (1, \dots, J)$: es la frecuencia en cada clase J , y
 L : es el número de estratos.





La eficiencia del método de la raíz de las frecuencias acumuladas depende principalmente del número de clases dentro del grupo de la variable ordenada. Sin embargo, no hay un procedimiento estándar sobre cómo elegir el mejor valor para el número de clases, siendo esto una limitante del método de Dalenius y Hodges. Para medir el efecto del número de clases en la varianza de cada estrato se recurrió a un método iterativo para obtener un criterio de agrupación óptimo.

Para establecer los límites de los estratos (b_1, \dots, b_L) que minimicen la varianza del estimador, se utiliza la asignación de Neyman para determinar el tamaño de muestra óptimo. Sea la varianza del estimador:

$$V(\bar{x}_{st}) = \sum_h \left(\frac{N_h}{N}\right)^2 \frac{S_h^2}{n_h}$$

donde:

S_h^2 : es la varianza poblacional en el estrato h ,

n_h : es el tamaño de muestra en el estrato h utilizada por la asignación de Neyman, y

N_h : es el total de elementos en el estrato h , sea $N = \sum_{h=1}^L N_h$.

Si se asume que la distribución dentro de cada estrato es aproximadamente uniforme, los límites se obtienen tomando intervalos iguales en la función de la raíz de las frecuencias acumuladas. Los límites se resuelven de manera iterativa:

$$\frac{S_h^2 + (b_h - \bar{X}_h)^2}{S_h} = \frac{S_{h+1}^2 + (b_{h+1} - \bar{X}_{h+1})^2}{S_{h+1}} \text{ para } h = 1, \dots, L - 1$$

donde:

b_h : es el límite superior en el estrato h ,

\bar{X}_h : es la media poblacional en el estrato h , y

S_h^2 : es la varianza poblacional en el estrato h .

El requisito de precisión generalmente se establece cuando el coeficiente de variación sea igual a un nivel especificado entre uno y diez por ciento (Hidiroglou y Kozak, 2018). Este criterio, numéricamente, es comparable en términos del método de Dalenius y Hodges. Por ello, se desarrolló un algoritmo para determinar los límites de los estratos y los tamaños de muestra que minimicen la función y cumplan con los criterios previamente descritos (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Número óptimo de clases a nivel AGEB urbana, 2020

Número de clases	Error estándar	C.V.
20	0.397	0.003

Fuente: Estimaciones del CONAPO.





Por otro lado, para hacer cumplir la definición de los límites y el número óptimo de clases basados en la media aritmética, es importante la identificación de datos atípicos porque podrían ocasionar resultados poco adecuados. Para contrarrestar este problema, Hubert y Vandervieren (2007) proponen el método de caja, el cual toma en cuenta el grado de asimetría de un conjunto de datos, concluyendo que los límites con los que se debe trabajar (véase cuadro 3) están dados por las siguientes expresiones:

$$[Q_1 - 1.5 e^{-4MC} IQR ; Q_3 + 1.5 e^{3MC} IQR] \text{ para } MC \geq 0$$

$$[Q_1 - 1.5 e^{-3MC} IQR ; Q_3 + 1.5 e^{4MC} IQR] \text{ para } MC < 0$$

donde:

Q_1 y Q_3 : hacen referencia al primer y tercer cuartil, respectivamente; la diferencia entre estos dos valores da como resultado el valor de espacio intercuartil (IQR), y MC (*medcouple*): cuantifica el grado de asimetría de una muestra univariable $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

El valor MC se encuentra definido por la ecuación:

$$MC = \text{med}_{x_i \leq Q_2 \leq x_j} h(x_i, x_j)$$

donde:

Q_2 : es la mediana de la muestra, y x_i y x_j : son elementos de la muestra.

La función h está definida por la ecuación:

$$h(x_i, x_j) = \frac{(x_j - Q_2) - (Q_2 - x_i)}{x_j - x_i}, \quad \forall x_i \neq x_j$$

Cuadro 3. Límites para el cálculo de estratificación a nivel AGEB urbana, 2020

Datos atípicos	Rango	
	Mínimo	Límite
2 279	53.45	110.97

Fuente: Estimaciones del CONAPO.

Otra forma de apreciar el índice de marginación es normalizando sus valores para ver objetivamente la evolución de cada unidad territorial (Somarriba et al., 2013). La normalización se realiza utilizando un cambio de escala conocido como normalización mínima-máxima. Con este procedimiento el índice de marginación se escala a valores relativos con un rango de entre cero y uno, lo cual permite su comparación numérica y le da





una propiedad adicional al índice de marginación. Al mismo tiempo, la normalización determina el mismo sentido que el índice obtenido por el método DP_2 , donde los valores cercanos a cero implican mayor marginación.

El proceso de normalización consiste en:

$$DP_2 \text{ normalizado} = \frac{DP_2^i - \min(DP_2)}{\max(DP_2) - \min(DP_2)}$$

donde:

DP_2^i : es el valor del índice de marginación de la AGEB urbana i ,

$\min(DP_2)$: es el valor mínimo o peor escenario que puede tomar el índice, y

$\max(DP_2)$: es el valor máximo u objetivo que puede tomar el índice.

Para este tipo de cálculo es necesario conocer los rangos objetivos, es decir, los puntos más extremos que puede tomar el índice en el año de observación. Como se señaló anteriormente, estos valores pueden ser empíricos, históricos o bien ideales, dependiendo del objetivo de la medición. De antemano, se sabe que cada indicador simple toma valores de cero a 100 y, además, el método DP_2 ya proporcionó el orden de entrada de las variables. Usando estos criterios se estiman los puntos focales extremos que puede tomar el índice de marginación. Se sabe que la peor situación es cuando la unidad de análisis toca todos y cada uno de los valores del vector base de referencia común; en tanto, el valor máximo sería cuando todos los indicadores simples cumplieron su objetivo y, por ende, cada uno toma el valor cero. Con base en lo anterior, las estimaciones determinaron los valores extremos que puede tomar el índice de marginación presentados en el cuadro 4.

Cuadro 4. República Mexicana. Escenarios extremos del índice de marginación urbana, 2020

Escenario	% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	% Población de 15 años o más sin educación básica	% Población sin derecho a habiencia a los servicios de salud	% Ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado	% Ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica	% Ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada	% Ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra	% Ocupantes en viviendas particulares con hacinamiento	% Ocupantes en viviendas particulares sin refrigerador	% Ocupantes en viviendas particulares sin internet	% Ocupantes en viviendas particulares sin celular	Índice de marginación
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	18.09	6.60	7.43	28.30	33.14	7.61	9.90	2.97	5.43	1.28	7.26	128.01

^{a/} La suma de los porcentajes de los ocho indicadores da como resultado el índice de marginación (máximo y mínimo). Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Es importante aclarar que el índice de marginación normalizado se puede tomar como una guía ya que es sensible a los valores atípicos, lo que en cierta medida hace que se amplifiquen los datos normalizados ante los casos más extremos. Pero debido a las propiedades del método y que el rango de cada uno de los índices es estrecho y lineal, se podría esperar que la normalización no genere ruido en las colas de la distribución.

Con la normalización del índice se puede analizar de forma sencilla la posición que cada AGEB urbana ocupa de acuerdo con su intensidad de marginación estimada, su





distancia respecto a otras unidades o hacia los valores ideales o más críticos, así como su evolución y comportamiento en el tiempo.

Principales resultados

La estimación del índice de marginación urbana señala que 11.6 por ciento de las AGEB urbanas en México tienen muy alta marginación, mientras, 16.3 por ciento presentan alta marginación; esto indica que poco más de 27 por ciento de la AGEB urbanas tienen alta y muy alta marginación, donde residen 20 millones de personas. En el otro extremo, 27.8 por ciento tiene bajo grado de marginación y 18.3 por ciento cuenta con grado muy bajo de marginación, en ellas residen poco más de 50 millones de personas (véase cuadro 5).

Cuadro 5. República Mexicana. AGEB urbanas y población por grado de marginación, 2020

Grado de marginación	AGEB		Población		Límites del estrato
	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	
Muy alto	5 910	11.6%	6 245 322	6.3%	[53.446 , 115.212]
Alto	8 274	16.3%	13 821 908	14.0%	(115.212 , 118.609]
Medio	13 209	26.0%	28 513 845	28.8%	(118.609 , 121.157]
Bajo	14 105	27.8%	31 958 487	32.3%	(121.157 , 123.705]
Muy bajo	9 292	18.3%	18 392 469	18.6%	(123.705 , 127.951]
Total	50 790	100%	98 932 031	100%	

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.





Bibliografía y fuentes consultadas

- Camberos, M. y Bracamontes, J. (2007). Marginación y políticas de desarrollo social: un análisis regional para Sonora. *Problemas del Desarrollo*, 38 (149), 113–135. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362007000200006
- Cárdenas, O. (2010). Cardenalización del índice de marginación: una metodología para evaluar la eficiencia del gasto ejercido en el Ramo 33. *EconoQuantum*, 7 (1), 43–68. Recuperado de: <https://doi.org/https://doi.org/10.18381/eq.v7i1.119>
- CONAPO [Consejo Nacional de Población]. (2002). *Índice de marginación urbana, 2000*.
_____. (2009). *Índice de marginación urbana 2005*.
_____. (2012). *Índice de marginación urbana 2010*.
_____. (2021). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020* (en prensa).
- Dalenius, T. (1950). The problem of optimum stratification. *Scandinavian Actuarial J.*, 3-4, 203-13. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/03461238.1950.10432042>
- Dalenius y Hodges, J. L., Jr. (1959). Minimum variance stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 54, 88-101.
- Gunning, P. y Horgan, J. M. (2004). A new algorithm for the construction of stratum boundaries in skewed populations. *Survey Methodology*. 30 (2), 159–166.
- Gutiérrez-Pulido, H. y Gama-Hernández, V. (2010). Limitantes de los índices de marginación de Conapo y propuesta para evaluar la marginación municipal en México. *Papeles de Población*, 16 (66), 227–257. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252010000400008
- Hidiroglou, M. A. y Kozak, M. (2018). Stratification of Skewed Populations: A Comparison of Optimization-based versus Approximate Methods. *International Statistical Review*, 86 (1), 87–105. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/insr.12230>
- Hubert, M., y Vandervieren, E. (2007). An adjusted boxplot for skewed distributions. *ScienceDirect*, 52 (12), 5186-5201. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.11.008>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.
_____. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020.
- Nayak, P. y Mishra, S. K. (2012). Efficiency of Pena's P2 Distance in Construction of Human Development Indices. *SSRN Electronic Journal*. Recuperado de: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2066567>
- Pena Trapero, J. B. (1977). *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al Caso Español*. Madrid: I. N. E.
- Somarriba, N. y Pena, B. (2009). Synthetic Indicators of Quality of Life in Europe. *Social Indicators Research*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11205-008-9356-y>
_____, Zarzosa, P. y Pena, T. (2013). La calidad de vida en la Unión Europea. Un análisis temporal por medio de indicadores sintéticos. *Congreso de la Asociación Española de Ciencia Regional. XXXIX Reunión de Estudios Regionales. Smart regions for a smarter growth strategy: new challenges of Regional Policy and potentials of cities to overcome a worldwide economic crisis*. Recuperado de: <https://old.reunionesdeestudiosregionales.org/Oviedo2013/htdocs/pdf/p851.pdf>
- Zarzosa, P. (1996). *Aproximación a la medición del bienestar social*. Valladolid: Secretario de Publicaciones.
_____. (2009). Estimación de la pobreza en las comunidades autónomas españolas, mediante la distancia DP2 de Pena. *Estudios de Economía Aplicada*, 27 (2), 397–416.
_____. (2012). The Social Welfare in Spain before the Crisis: Territorial and Chronological Analysis. *International Journal of Advances in Management and Economics* 1 (4), 165-171.
_____ y Somarriba, N. (2013). An Assessment of Social Welfare in Spain: Territorial Analysis Using a Synthetic Welfare Indicator. *Social Indicators Research*, 111, 1-23.

