

Ciudades insalubres: una propuesta de medición

Unhealthy cities: a measurement approach

RUBÉN RAEDO SANTOS

Máster en Desarrollo Económico Regional y Local y Gestión del Territorio

Investigador Doctorando en Economía

Universidad de Valladolid (Valladolid, España)

rubenraedo@gmail.com

ORCID: [0000-0001-7574-861X](https://orcid.org/0000-0001-7574-861X)

Recibido/Received: 30-09-2021; Aceptado/Accepted: 30-01-2022

Cómo citar/How to cite: Raedo Santos, Rubén (2022): “Ciudades insalubres: una propuesta de medición”, *Ciudades*, 25, pp. 41-58. DOI: <https://doi.org/10.24197/ciudades.25.2022.41-57>

Este artículo está sujeto a una licencia “[Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)” (CC BY-NC 4.0) / This article is under a “[Creative Commons License: Attribution-NonCommercial 4.0. International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)” (CC BY-NC 4.0)

Resumen: El artículo propone la construcción de un Índice de insalubridad urbana basado en las carencias de las ciudades en vez de en sus logros, de manera que puedan resolverse los habituales problemas de agregación compensatoria que llevan implícitos los indicadores compuestos. Así, se utilizan técnicas de normalización adoptadas de la medición de la pobreza como fenómeno multidimensional. Para comprobar su funcionamiento se ha tomado una muestra de ciudades de todo el planeta que, a su vez, ha arrojado muestras significativas de robustez y sugiere que el indicador es adecuado para la priorización de políticas públicas relacionadas con la salubridad urbana.

Palabras clave: Salubridad urbana, agregación compensatoria, indicador compuesto, políticas públicas.

Abstract: This article proposes the construction of an Urban Unhealthiness Index (IDIU in its Spanish acronym) based on the shortcomings of cities rather than their achievements, so that the usual problems of compensatory aggregation implicit in composite indicators can be solved. Thus, standardization techniques adopted from the measurement of poverty as a multidimensional phenomenon are used. To test its performance, a sample of cities around the world has been taken which, in turn, has shown significant robustness and suggests that the indicator is suitable for the prioritisation of public policies related to urban health.

Keywords: Urban unhealthiness, compensatory aggregation, composite indicator, public policies.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de disponer de ciudades saludables en un mundo en donde la mayoría de la población mundial habita entornos urbanos, parece una cuestión fuera de todo debate. La pandemia de COVID-19, además, ha puesto de manifiesto la importancia de disponer de información e infraestructuras

sanitarias que permitan afrontar este tipo de crisis, especialmente en sus fases iniciales.

La relación entre las ciudades y la transmisión de enfermedades ha sido objeto de controversia. Así, mientras existen posturas que señalan que las ciudades han contribuido a la expansión del virus y la rapidez de sus efectos para la población urbana (Goldberg, 2020; Mizutori y Sharif, 2020) otros han señalado que no existe evidencia de tal relación (Grabar, 2020; Smith, 2020) basando su criterio —fundamentalmente— en que han existido grandes áreas metropolitanas que han sido capaces de controlar la epidemia, señalando que las capacidades de los gobiernos urbanos son el factor más determinante para el control de pandemias (Chu, 2021).

La Historia nos enseña que las ciudades han sido los lugares en donde se han producido los mayores efectos de crisis sanitarias (Glaesser, 2011). Así, se estima que la peste del año 430 a. C., acabó con aproximadamente el 25% de la población ateniense (Durack, 2000). Este fenómeno se reprodujo durante los siglos siguientes y, por ejemplo, en el siglo XVII, se constató que la mortalidad en las zonas urbanas de Inglaterra era muy superior a la existente en zonas rurales (Hartemink, 2008). Sin embargo, la concentración de personas propia de las ciudades también resultó ser ventajosa en relación con estos fenómenos. Así, durante la crisis del cólera de 1854, el científico John Snow realizó un seguimiento calle por calle de los casos de dicha enfermedad, llegando a la conclusión de que se concentraba en el entorno de los que consumían agua de un determinado pozo, mientras que los que no consumían esa agua o eran consumidores habituales de cerveza —los efectos del alcohol sobre las bacterias acuáticas resultaron ser beneficiosos para la salud— no sufrían los efectos del cólera. Gracias a esa investigación, Snow pudo determinar que el agua contaminada era determinante en la transmisión del cólera y que el suministro de agua potable hacía que no se reprodujera dicha enfermedad (Glaesser, 2011).

En definitiva, la disposición de información relevante se ha manifestado como un elemento esencial para abordar cualquier crisis de salubridad urbana. Así, es la información la que permite adoptar medidas de prevención o gestión en materia de salud pública.

Ahora bien, disponiendo de información, ¿qué prioridades en materia sanitaria y en relación con el medio ambiente debe abordar una ciudad en función de su propia problemática?, ¿puede crearse un indicador que permita medir y comparar la repercusión de una crisis en aspectos críticos y, así, establecer prioridades?

En el presente artículo se planteará un indicador sintético que integre información local determinante de la salubridad. La contribución de este indicador es sustancial ya que, por una parte, está centrado en identificar sólo las carencias urbanas de salubridad —tomando una metodología adoptada del estudio multidimensional de la pobreza— y, además, es capaz de medir cuán

grandes son esas carencias, de manera que cada ciudad puede conocer y priorizar las necesidades de cara a la asignación de gasto público.

En la sección segunda del presente artículo, realizaremos una breve revisión de literatura destinada a fundamentar qué se entiende por ciudades saludables, así como algunas propuestas de medición y cómo pueden superarse algunas de las principales dificultades que estas presentan. Posteriormente, la sección tercera se destinará a explicar el marco teórico del indicador sintético propuesto. La sección cuarta la dedicaremos a mostrar y discutir los resultados obtenidos en una muestra de doce ciudades de todo el mundo para, finalmente, plantear las principales conclusiones en relación con el indicador.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La definición más comúnmente utilizada de “ciudad saludable” es la que se refiere a ella como “una ciudad que está creando y mejorando continuamente sus entornos físicos y sociales y fortaleciendo los recursos comunitarios que permiten a las personas apoyarse mutuamente en el desempeño de todas las funciones de la vida y lograr su máximo potencial” (Hancock y Duhl, 1988: 24). Así, el proceso de construcción de ciudades saludables implica los siguientes pasos: establecer una estructura de base amplia para ciudades saludables, fomentar la participación comunitaria, evaluar las necesidades de la comunidad, establecer prioridades y planes estratégicos, solicitar políticas, apoyar acciones locales y evaluar su progreso (Flynn, 1996).

La respuesta institucional a este desafío se ha percibido con mayor fuerza en los gobiernos locales que en los nacionales (Tsouros, 2015). Así, el “Movimiento de Ciudades Saludables Europeas”, surgido al amparo de la Organización Mundial de la Salud entre 1987 y 1988 como proyección europea del “Movimiento de Ciudades Saludables” surgido en Canadá en 1984, ha trabajado durante distintos periodos de tiempo para conseguir que las ciudades cooperen en la definición de un marco global de lo que podríamos denominar “políticas de salubridad urbana”. De hecho, a la hora de implementar esas políticas, se habla de la “ventaja urbana” (Rydin et al., 2012) en la medida en que —como se dio cuenta Snow— la aglomeración y la compleja red de interacciones existentes en la ciudad, constituyen el marco adecuado para la identificación, diagnóstico e implementación de acciones para mejorar la salubridad urbana.

El creciente compromiso entre la planificación urbana y la salud pública (Jackson et al., 2013) debe traducirse en que todas las políticas públicas se enfoquen con “perspectiva de salubridad” (de Leeuw et al., 2014).

La evaluación de políticas y la comparación de resultados entre ciudades mediante el uso de indicadores sintéticos es completamente necesaria (Shen, 2011). Sin embargo, la dificultad en la obtención de datos urbanos, la ausencia de definiciones estandarizadas y el debate sobre la cantidad de indicadores a utilizar ha

supuesto una dificultad sobre la que sigue existiendo controversia (Webster y Sanderson, 2012).

La base de datos del World Council on City Data y la certificación ISO 37120:2014 supuso un avance importante en la recolección de datos y la estandarización de definiciones internacionales para cada indicador. Así, el Building Research Establishment's international Healthy Cities Index (BRE HCI) (Pineo et al., 2018) supone un notable avance en materia de indicadores urbanos de salubridad, en la medida en que permite realizar comparaciones entre datos puntuales en ciudades muy distintas utilizando datos estandarizados, si bien es cierto, que utiliza 58 indicadores simples, renunciando a sintetizar la información debido a los problemas de agregación y compensación que presentan los indicadores compuestos.

Otro aspecto a señalar es que ISO 37120:2014 (International Standardization Organization, 2014) es una certificación de Sostenibilidad Urbana y, aunque existen notables vínculos entre salubridad y sostenibilidad (Tsouros, 2015), no son conceptos idénticos, por lo que pueden tomarse indicadores simples que puedan dar lugar a confusión sobre lo que se está intentando medir. Igualmente, la técnica de normalización utilizada en el BRE HCI, conocida como max-min (OCDE, 2008) corre el riesgo de ofrecer resultados sesgados, en la medida en que una muestra pequeña puede no ser representativa de la realidad y, por tanto, sus referencias máximas y mínimas no corresponderse con la situación global.

Los problemas del BRE HCI son compartidos con otros indicadores que miden fenómenos como la Smart City o la Sostenibilidad Urbana (Briassoulis, 2001; Giffinger et al, 2007; Shen et al, 2011;). Así, la existencia de “cuotas de sustitución o compensación” (Böhringer y Jochem, 2007) o el problema de la “adición” de sus indicadores individuales (OCDE, 2008; Cruciani et al, 2013) han supuesto los dos principales retos que un indicador sintético debe resolver. Por ese motivo, muchos indicadores propuestos para monitorizar distintas problemáticas urbanas no han cumplido con su objetivo principal de ofrecer información útil, que permita identificar prioridades. Así, se ha propuesto que la selección de indicadores no debe basarse en recoger toda la información de todos los indicadores, sino realizar una selección de aquellos que tomen lo fundamental y que pueda ofrecer la información más exacta de las prácticas aplicadas (Shen, 2011).

Frente a estos inconvenientes, este artículo propone una metodología de normalización que ha sido probada en el ámbito de la sostenibilidad urbana (Raedo, 2021), aunque, en este caso, se presentan diferencias en la composición global, tomándose sólo indicadores simples directamente relacionados con la salubridad urbana y agregándolos sin agruparlos en categorías previas, de manera que cualquier carencia se revela mucho más nítidamente. Además, las ventajas de la construcción de un indicador sintético permitirán realizar comparaciones globales entre ciudades y no sólo referidas a ámbitos parciales, como ocurre con el BRE HCI. Se trata, en definitiva, de que las tres cuestiones

clave para el desarrollo de un indicador de salubridad (Webster y Sanderson, 2012), en relación con la información, el propósito y la funcionalidad de un indicador, puedan responderse satisfactoriamente.

3. METODOLOGÍA: LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE INSALUBRIDAD URBANA (IDIU)

Cuando los fenómenos a estudiar tienen un carácter amplio o, en su caso, multidimensional, puede ser muy útil centrarse tan solo en el estudio de los problemas principales a resolver, es decir, adoptar un enfoque centrado en las carencias o, en otras palabras, aquellos valores que están por debajo de un umbral objetivo. Así, uno de los problemas que presentan los indicadores sintéticos “tradicionales” es que no discriminan el peso de cada uno de sus indicadores individuales en función de si superan o no un umbral considerado “adecuado”.

Esta cuestión es especialmente importante en materia de salubridad, puesto que, al igual que en la pobreza, una vez que se han superado ciertos umbrales considerados “aceptables”, quizá no es tan importante —a efectos de implementar políticas— medir los logros, sino centrar las prioridades de la agenda pública en las carencias (Sen, 1997; García, 2016).

La construcción de todo indicador sintético requiere de una serie de pasos (OCDE, 2008) entre los que destacaremos, fundamentalmente, los siguientes: construcción del marco teórico, normalización de valores originales y agregación.

3.1. Construcción del marco teórico

Seleccionaremos los principales indicadores que determinan el nivel de salubridad o insalubridad de una ciudad de entre los existentes en ISO 37120:2014. Estos son: Esperanza de vida; Número de suicidios por cada 100.000 habitantes; Fallecidos menores de cinco años por cada 1.000 nacidos vivos; Número de camas de hospital por cada 100.000 habitantes; Número de médicos por cada 100.000 habitantes; Porcentaje de población urbana con acceso a la red eléctrica; Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de residuos sólidos; Porcentaje de población urbana con acceso al servicio de recogida de aguas residuales; Porcentaje de población urbana con acceso al servicio de agua potable; Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento de depuración; Residuos sólidos generados por habitante (medidos en toneladas) y Concentración de partículas PM 2.5.

Es importante señalar que el indicador puede construirse con estos doce indicadores individuales o con otros disponibles en cada momento y que pudieran resumir de manera más adecuada las condiciones específicas de salubridad de la ciudad. No obstante, al ser un indicador sintético que va a servir, entre otras cosas, para poder comparar el estado de salubridad de distintas ciudades, la homogeneidad en la selección de indicadores y de los

datos son condiciones necesarias. Así, la necesaria estandarización de las definiciones de cada indicador está contenida en la ISO 37120:2014, al igual que ocurre con el BRE HCI. Sin embargo, tomaremos solamente indicadores directamente relacionados con las condiciones de salubridad.

Para poder comprobar el funcionamiento del indicador tomaremos doce ciudades atendiendo a criterios de diversidad geográfica y nivel de ingreso según la clasificación del Banco Mundial, ya que constituyen modelos de diferentes regiones del mundo que pueden resultar representativos. Obviamente, la existencia de fuentes estadísticas en el nivel urbano ha resultado determinante en la selección, siendo muy difícil, cuando no imposible, encontrar disponibilidad de datos en ciudades pertenecientes a países de ingreso mediano bajo o ingreso bajo.

Ciudad	País	Nivel de ingreso según BM	Principal fuente de datos
Londres	Reino Unido	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Sintra	Portugal	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Kielce	Polonia	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Boston	Estados Unidos	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Taipéi	Taiwán	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
La Meca	Arabia Saudí	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Brisbane	Australia	Ingreso Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Medellín	Colombia	Ingreso Mediano Alto	Anuario estadístico "Medellín como vamos"
Piedras Negras	México	Ingreso Mediano Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Moscú	Federación Rusa	Ingreso Mediano Alto	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/
Ciudad del Cabo	Sudáfrica	Ingreso Mediano Alto	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal
Minna	Nigeria	Ingreso Mediano Bajo	World Council on City Data: WCCD Open City Data Portal

Tabla 1: Selección de ciudades y fuentes estadísticas. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, cabe señalar que ni Moscú ni Medellín están en la ISO 37120:2014, dado que se han podido encontrar datos consistentes con las definiciones de los indicadores en otras fuentes más exactas e, incluso, para el caso de Medellín, en diferentes periodos de tiempo, lo que permite realizar una prueba sobre la sensibilidad del indicador entre los años 2017 y 2019 para esta ciudad. El resto de los datos de las ciudades que aparecen en la tabla 1, salvo Taipei (2018), son de 2017 o el último año disponible.

3.2. Normalización

Una de las críticas que se han realizado a los indicadores sintéticos suele ser su falta de transparencia (OCDE, 2008). Así, para la construcción del indicador que se propone en este trabajo se utilizará una técnica de normalización transparente, adoptada de algunos resultados metodológicos de medición de la pobreza (García, 2016). Esta técnica tiene la ventaja de tomar en consideración sólo aquellos valores que están por debajo de unos umbrales considerados “límites de salubridad”, por debajo de los cuáles, diremos que una ciudad es “insalubre”. Cabe señalar que, si bien es cierto que el establecimiento de umbrales requiere de un juicio de valor y, por tanto, de notables dosis de subjetividad, puede corregirse la misma tomando en consideración umbrales propuestos por organismos internacionales y que sean comúnmente aceptados. Estos umbrales se detallan en la tabla 2.

INDICADORES INDIVIDUALES	UMBRAL DE SALUBRIDAD
Esperanza de vida	80,7
Suicidios por cada 100.000 hab.	4,8
Mortalidad infantil (< 5 años por 1.000 hab.)	3,5
Camas de hospital por 100.000 hab.	470
Médicos por 100.000 hab.	350
Población urbana con acceso a red eléctrica (%)	99
Población urbana con servicio recogida residuos (%)	98
Población urbana con servicio de recogida de aguas residuales (%)	99
Población urbana con acceso a servicio de agua potable (%)	99
Aguas residuales urbanas que no reciben tratamiento (%)	0
Recogida de residuos por hab.	0,16
Concentración de partículas PM 2.5	25

Tabla 2: Umbrales de salubridad. Fuente: Elaboración propia.

Si una ciudad está por encima de ese umbral, no consideraremos su resultado. En definitiva, diremos que resulta indiferente si una ciudad tiene mejor resultado que otra, siempre y cuando ambas superen las condiciones de salubridad fijadas para cada indicador. Esta técnica tiene una serie de ventajas que explicamos a continuación: en primer lugar, evita la compensación entre valores por encima y por debajo del umbral, de modo que un buen resultado en un indicador nunca va a “maquillar” un resultado de insalubridad en otro. Este hecho también afectará a las comparaciones entre ciudades y a su ubicación en posibles rankings, como se verá posteriormente. La segunda ventaja es que, al

centrarse solamente en las carencias de salubridad y, además, medir su intensidad, permitirá establecer prioridades en la agenda pública de cada administración municipal en la resolución de problemas o, igualmente, en la administración superior que deba decidir a qué ciudades o a qué problemas destinar recursos del presupuesto público central.

En concreto, la notación que utilizaremos para la normalización del indicador es la siguiente:

Sea x_{ij} el valor del indicador individual j en la ciudad i .

Sea z_j el valor del umbral mínimo de salubridad definido en el indicador individual j .

Sea la función “ g ” definida como:

$g_{ij} = I_{\{x_{ij} < z_j\}} \left(1 - \frac{x_{ij}}{z_j}\right)$ y $0 \leq g_{ij} \leq 1$, en donde I va a tomar solamente dos valores, 1 y 0, en función de si supera o no el umbral de salubridad; así:

$$I_{\{x_{ij} < z_j\}} = \begin{cases} 1 & x_{ij} < z_j \\ 0 & x_{ij} \geq z_j \end{cases}$$

Cabe señalar que, con carácter previo a la normalización, procede realizar una serie de ajustes direccionales para que exista coherencia en todos ellos.

3.3. Agregación

Existen diferentes técnicas de agregación para construir un indicador sintético (Nardo et al., 2005; Gan et al., 2017). Las opciones de agregación que se aplican habitualmente pasan por aplicar medias aritméticas o geométricas de modo que, al final, la agregación se reduce a dos opciones (Greco et al, 2019): compensatoria y no compensatoria. La primera implica la aceptación de una "compensación" entre sus variables, como sucede con la media aritmética, mientras que la segunda no la permite, como ocurre con el enfoque máximo o multi-criterio desarrollado en Munda y Nardo (2009). Sin embargo, hay estrategias mixtas que pueden utilizar una combinación de los dos (Mazziotta y Pareto, 2018). En el ámbito de la salubridad proponemos un enfoque mixto por dos razones: la primera, porque si aplicamos la “no compensación total”, el valor del peor indicador representaría a todo el indicador sintético y haría perder sentido a la interpretación de toda la información conjunta. Del mismo modo, una agregación totalmente compensatoria, como la determinada por la aplicación de la media aritmética, significaría que tanto los valores cero de indicadores que superan el umbral de salubridad, como los valores ligeramente insalubres —próximos a cero— compensarían aquellos que realmente están suponiendo un problema para la ciudad y podría ocultar un mal resultado global, resultando un indicador compuesto poco transparente.

Nuestra propuesta de agregación pasa por utilizar medias generalizadas¹ que pueden implicar distintos niveles de compensación en función del valor asignado a un parámetro gamma (γ). Esta función ajustada al desequilibrio (Tarabusi y Guarini, 2013) produce resultados muy consistentes con el valor $\gamma=3$, al igual que ocurre con el Índice de Pobreza Humana de Anand y Senn (1997).

Así, el indicador de insalubridad urbana (IDIU) se obtiene agregando mediante medias generalizadas los doce indicadores individuales de la siguiente manera:

$$IDIU_i = \left(\sum_{j=1}^{12} w_j I_{ij}^\gamma \right)^{1/\gamma}, \gamma = 3$$

donde w_j es la ponderación asociada a cada indicador $j = 1, \dots, 12$, con $\sum_{j=1}^{12} w_j = 1$ y γ un parámetro que determina el carácter más o menos compensatorio de la agregación.

Para evitar que un indicador pueda tener más influencia en el valor final que otro, la ponderación de cada w_j será idéntica, esto es, $1/12$.

La agregación es idéntica a la media aritmética si $\gamma = 1$, a la media geométrica si $\gamma = 0$ y al máximo de los indicadores si $\gamma \rightarrow +\infty$

A continuación, señalaremos algunas propiedades² del indicador sintético que se propone con valor³ $\gamma = 3$. En primer lugar, el *IDIU* está limitado entre 0 y 1. El valor 0 significa que todos y cada uno de los indicadores individuales considerados están por encima de los umbrales de salubridad y, por tanto, la ciudad podría ser clasificada como “totalmente salubre”. Si obtiene el valor 1, significa que ningún valor de los indicadores individuales de salubridad alcanza los valores umbral considerados y que la ciudad es “absolutamente insalubre”.

En definitiva, el *IDIU* detecta no solo la existencia de insalubridad, sino también su intensidad, lo cual es determinante a la hora de establecer prioridades en la acción de gobierno.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tabla 3 muestra el resultado del indicador en las doce ciudades de la muestra, ordenadas de menos insalubres a más insalubres.

¹ La media generalizada es una función de agregación que se ha utilizado en diferentes campos relacionados con el bienestar. Véase, por ejemplo, Annad y Sen (1997), Lasso de la Vega et al (2008) y Raedo (2021).

² Otras propiedades de las medias generalizadas pueden encontrarse en Anand y Sen (1997), Ruíz (2011), Lasso de Vega y Urrutia (2011) y Chakravarty (2018).

³ Las pruebas que demuestran que 3 es el valor más adecuado para producir un equilibrio entre el valor totalmente compensatorio y el valor no compensatorio se pueden encontrar en Raedo (2021).

Ciudad	Indicador	Esperanza de vida	Suicidios por cada 100.000 hab.	Mortalidad infantil (< 5 años por 1.000 hab.)	Camas de hospital por 100.000 hab.	Médicos por 100.000 hab.	Población urbana con acceso a red eléctrica	Población urbana con servicio recogida residuos	Población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	Población urbana con acceso a servicio de agua potable	Aguas residuales urbanas que no reciben tratamiento	Recogida de residuos por hab.	Concentración de partículas PM 2.5	IDIU ($\gamma=3$)
Moscú		0,035	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,376	0,172
Boston		0,009	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,218
Kielce		0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,009	0,000	0,515	0,000	0,225
Taipéi		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,018	0,000	0,173	0,000	0,000	0,589	0,000	0,259
Sintra		0,012	0,000	0,000	0,371	0,337	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,609	0,000	0,297
Brisbane		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,686	0,000	0,299
Londres		0,000	0,000	0,000	0,432	0,202	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,627	0,000	0,303
Piedras Negras		0,056	0,000	0,005	0,664	0,404	0,000	0,000	0,040	0,004	0,000	0,555	0,000	0,353
La Meca		0,086	0,000	0,015	0,712	0,501	0,067	0,340	0,348	0,327	0,000	0,619	0,000	0,412
Ciudad del Cabo		0,223	0,000	0,020	0,559	0,796	0,303	0,000	0,069	0,000	0,000	0,609	0,204	0,430
Medellín		0,036	0,000	0,004	0,511	0,457	0,000	0,000	0,039	0,018	0,904	0,200	0,107	0,434
Minna		0,331	0,000	0,095	0,912	0,907	0,020	0,800	1,000	0,131	1,000	0,000	0,795	0,724

Tabla 3: IDIU con $\gamma=3$. Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse cómo el indicador propuesto no sólo penaliza a aquellas ciudades que presentan resultados muy insalubres en alguno de sus indicadores individuales, sino que también premia a aquellas que menos carencias en términos de insalubridad presentan. Igualmente, las que peores resultados muestran en más de un indicador individual, resultan ser las peores clasificadas.

Otra de las ventajas del Índice de Insalubridad Urbana (IDIU) es que permite conocer, en cada ciudad, el aporte porcentual de cada indicador individual al valor total; así, la detección del “porcentaje de culpa” que cada indicador tiene en la insalubridad total de la ciudad, es prácticamente automática.

La tabla 4 muestra el porcentaje que cada indicador aporta a la insalubridad total en las ciudades elegidas. La existencia de indicadores que no aportan nada a ninguna de las ciudades no debe ser interpretada como que el indicador no es importante, dado que la muestra de ciudades es pequeña como para llegar a tal conclusión.

Ciudad Indicador	Esperanza de vida	Suicidios por cada 100.000 hab.	Mortalidad infantil (< 5 años por 1.000 hab.)	Camas de hospital por 100.000 hab.	Médicos por 100.000 hab.	Población urbana con acceso a red eléctrica	Población urbana con servicio recogida residuos	Población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	Población urbana con acceso a servicio de agua potable	Aguas residuales urbanas que no reciben tratamiento	Recogida de residuos por hab.	Concentración de partículas PM 2.5
Londres	0,00	0,00	0,00	24,01	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,54	0,00
Sintra	0,00	0,00	0,00	16,20	12,15	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	71,64	0,00
Kielce	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,95	0,00
Boston	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00
Medellín	0,00	0,00	0,00	13,72	9,77	0,00	0,00	0,01	0,00	75,55	0,82	0,13
Piedras Negras	0,03	0,00	0,00	55,22	12,45	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	32,28	0,00
Moscú	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,04	86,89
Taipéi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	97,51	0,00
Minna	0,80	0,00	0,02	16,66	16,36	0,00	11,24	21,9	0,05	21,91	0,00	11,05
La Meca	0,07	0,00	0,00	42,91	14,94	0,04	4,70	5,01	4,15	0,00	28,18	0,00
Ciudad del Cabo	1,20	0,00	0,00	18,28	52,95	2,92	0,00	0,03	0,00	0,00	23,72	0,90
Brisbane	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00

Tabla 4: Contribución porcentual de cada indicador al resultado del IDIU.

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla 4, los indicadores relativos a la infraestructura sanitaria, esto es, número de médicos y número de camas por 100.000 habitantes, así como la generación de residuos por habitante, resultan determinantes en la mayoría de las ciudades de la muestra, de cara a identificar sus problemas de insalubridad. Sin embargo, aunque existan indicadores que, en las ciudades de la muestra, no parezcan significativos, su elección no es menos importante. Ello es así, en la medida en que cada ciudad tiene su propia problemática y existen indicadores como la mortalidad infantil o la tasa de tratamiento de aguas residuales que no pueden dejar de ser monitoreados en términos de salubridad —como demuestra el caso de Moscú en donde el 86,89% del indicador lo aporta la concentración de partículas PM 2.5—, independientemente de los resultados que ofrezca una determinada muestra. En términos del índice, el valor de 0,376, siendo insalubre, no es demasiado elevado en la medida en que está lejos de 1; sin embargo, para Moscú es su principal problema que afrontar y el que sugiere que su prioridad de política pública en términos de salubridad urbana debe ser bajar la concentración de partículas PM 2.5.

Un caso similar ocurre con la ciudad de Medellín: de manera inmediata puede observarse que el 75,55% de sus problemas de insalubridad vienen

determinados por no disponer —datos de 2017— de una planta de tratamiento de aguas residuales y que, por tanto, en esa fecha, la prioridad sanitaria de la ciudad debía de pasar por la resolución de ese problema.

En definitiva, la descomposición porcentual del indicador contribuye definitivamente no sólo a la visualización de las prioridades, sino también a la propia transparencia del indicador.

Igualmente, el indicador es sensible para analizar la evolución de una ciudad en el tiempo. Así, siguiendo con el ejemplo de Medellín, comparando los datos de 2017 con los del 2019, obtenemos los siguientes resultados.

INDICADOR	Medellín 2017	Medellín 2019
Esperanza de vida	0,035936	0,030979
Suicidios por cada 100.000 hab.	0,000014	0,000016
Mortalidad infantil (< 5 años por 1.000 hab.)	0,004616	0,005319
Camas de hospital por 100.000 hab.	0,511936	0,574468
Médicos por 100.000 hab.	0,457171	0,485257
Población urbana con acceso a red eléctrica	0	0
Población urbana con servicio recogida residuos	0	0,033673
Población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	0,039394	0,036364
Población urbana con acceso a servicio de agua potable	0,018182	0,017172
Aguas residuales urbanas que no reciben tratamiento	0,904	0,088299
Recogida de residuos por hab.	0,2	0,379845
Concentración de partículas PM 2.5	0,107143	0
IDIU ($\gamma=3$)	0,433538	0,310569

Tabla 5: Evolución temporal del IDIU en la ciudad de Medellín. Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla 5, la puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para toda el área metropolitana ha supuesto una mejora significativa en términos de salubridad urbana. Así, en términos comparativos, suponiendo que el resto de las ciudades permanecen constantes en sus resultados, Medellín subiría del puesto número 11 al puesto número 8, pero lo realmente significativo del indicador es que, si aplicamos la descomposición con los nuevos datos, se observa como la nueva prioridad para los años posteriores a 2019 pasa a ser el número de camas y médicos por cada 100.000 habitantes. La crisis sanitaria de COVID-19 puso de manifiesto esa necesidad, al tener la ciudad que adaptar otras infraestructuras no sanitarias para alojar camas y pedir médicos extranjeros para atender la urgencia de la situación sanitaria.

5. CONCLUSIONES

La estandarización en la definición de indicadores de sostenibilidad urbana, algunos de los cuáles sirven para evaluar la salubridad, ha supuesto un notable avance a la hora de cuantificar y evaluar las estrategias a seguir para mejorar en esta materia. Sin embargo, hoy en día, los datos siguen siendo insuficientes para realizar estudios en profundidad en todas las ciudades del planeta.

Tomando una muestra de ciudades de muy diferentes características y con datos de indicadores relevantes de salubridad urbana, este trabajo realiza una propuesta de medición, cuya clave reside en la técnica de normalización, la cual toma en consideración sólo las carencias de salubridad o, lo que es lo mismo, la insalubridad.

Con esta herramienta de medición de la insalubridad a través del Índice de Insalubridad Urbana (IDIU) como elemento opuesto a la salubridad, se identifican de manera transparente los principales problemas en esta materia que cada una de las ciudades pueda presentar, tanto en comparación con otras como en la evolución en distintos años de referencia. Esta propuesta contribuye a una mejor interpretación de la información que ofrecen los indicadores tradicionales, en la medida en que sólo ofrecen información de los elementos críticos o de las carencias de salubridad. Como contribución adicional, no sólo detecta dichas carencias, sino que las cuantifica y acota entre 0 y 1, de modo que cuánto más próximo a 1 se encuentra un indicador, mayor será el problema que la ciudad presenta en relación con la información contenida en ese indicador. Estas dos contribuciones ofrecen, de manera inmediata, la posibilidad no sólo de realizar comparaciones entre ciudades muy diversas, sino que permite ordenar de mayor a menor cada uno de los problemas de salubridad individualmente evaluados, de manera que ofrece una guía de prioridades políticas y presupuestarias para los responsables de la gestión urbana.

Con una muestra de tan sólo 12 ciudades, si bien muy diversas, el IDIU ha mostrado ser ilustrativo. Así, los principales problemas se encuentran en materia de infraestructura sanitaria (medios materiales y personal médico) y generación de residuos. Igualmente, en aquellas ciudades que —como Moscú con la concentración de partículas PM 2.5— presentan un problema de carácter localmente significativo, el indicador lo muestra de manera meridiana.

En definitiva, el IDIU responde a las dos principales inquietudes señaladas en la revisión de literatura (Webster y Sanderson, 2012), dado que mediante la identificación de deficiencias (propósito) y la clarificación de la gravedad de los retos de salubridad urbanos (utilidad de la información) en aquellas ciudades que han facilitado datos, se obtiene una herramienta útil para la gestión y mejora de la salubridad en el ámbito urbano.

Sin embargo, el IDIU no debe considerarse definitivo, sino como una propuesta que, con el paso del tiempo y la disponibilidad de más y mejores datos e indicadores estandarizados, permita aplicar la metodología presentada

de manera más precisa y global en aras de obtener una certera herramienta de medición objetiva de salubridad.

BIBLIOGRAFÍA

- Böhringer, Christoph & Jochem, Patrick (2007), “Measuring the immeasurable - A survey of sustainability índices”, *Ecological Economics*, vol. 63, nº1, pp. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.008>
- Briassoulis, Helen (2011), “Sustainable development and its indicators: through a planner’s glass darkly”, *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 44, nº3, pp. 409-427. DOI: <https://doi.org/10.1080/09640560120046142>
- Cabello González, José Manuel; Navarro-Jurado, Enrique; Prieto, Fernando; Rodríguez, Beatriz & Ruiz, Francisco (2014), “Multicriteria development of synthetic indicators of the environmental profile of the Spanish regions”, *Ecological Indicators*, vol 39, pp. 10-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.013>
- Chakravarty, Satya (2017), *Analyzing Multidimensional Well-Being: A Quantitative Approach*, Hoboken, Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119257424>
- Chevalier, Serge; Choinière, Robert; Bernier, Lorraine; Sauvageau, Yves; Masson, Isabelle & Cadieux, Élizabéth (1992), *User guide to 40 Community Health Indicators*. Ottawa, Community Health Division, Health and Welfare.
- Chu, Zhen; Cheng, Mingwang & Song, Malin (2021), “What determines urban resilience against COVID-19: City size or governance capacity?” *Sustainable Cities Society*, nº75, pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103304>
- Cruciani, Caterina; Giove, Silvio; Pinar, Mehmet & Sostero, Mateo (2013), “Constructing the FEEM sustainability index: a Choquet Integral application”. *FEEM Working Paper*, nº 16. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2232729>
- De Leeuw, Evelyne; Clavier, Carole & Breton, Eric (2014), “Health policy -why research it and how: Health political science”, *Health Research Policy and Systems*, vol. 12, nº 1, 351. DOI: <https://doi.org/10.1186/1478-4505-12-55>
- Durack, David; Littman, Robert; Benítez, Michael & Mackowiak, Philip (2000), “Hellenic Holocaust: a historical clínico-pathologic conference”, *The American journal of medicine*, vol. 109, nº5, pp. 391-397. DOI: <https://doi.org/10.16/s0002-93430000521-0>
- Flynn, Beverly Colloroa (1996), “Healthy Cities: Toward Worldwide Health Promotion”. *Annual Reviews of Public Health*, vol. 17, pp. 299-309. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pu.17.050196.001503>

- Gan, Xiaoyu; Fernández, Ignacio; Guo Jie; Wilson, M.; Zhao, Yuanyuan; Zhou, Bingbing & Wu, Jianguo (2017), “When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators”, *Ecological Indicators*, vol 81, pp. 491-502. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
- García Pérez, Carmelo; González González, Yolanda & Prieto Alaiz, Mercedes (2016), “La pobreza en España desde una perspectiva multidimensional”, *Revista de Economía Aplicada*, nº70, pp. 77-110.
- Giffinger, Rudolf; Fertner, Christian; Kramar, Hans & Kalasek, Robert (2007), *Smart Cities- Ranking of European medium-sized cities*, Viena, Centre of Regional Science.
- Glaeser, Edward (2011), *El triunfo de las ciudades. Cómo nuestra mejor creación nos hace más ricos, más inteligentes, más ecológicos, más sanos y más felices*, Madrid, Taurus.
- Goldberg, Carey (2020), “In dense cities like Boston, coronavirus epidemics last longer, Northeastern study finds”, *WBUR*. Disponible en: <https://www.wbur.org/commonhealth/2020/10/06/coronavirus-lasts-longer-cities-boston> (fecha de referencia: 12-09-2021).
- Grabar, Henry (2020), “Nothing about New York’s outbreak was inevitable”, *Slate*. Disponible en: <https://slate.com/business/2020/04/coronavirus-new-york-city-outbreak-blame.html> (fecha de referencia: 20-09-2021).
- Hancock, Trevor & Duhal Leonard (1988), *Promoting Health in the Urban Context*, Copenhagen, WHO Healthy Cities.
- Hartemink, Alfred (2008), “Soil Map Density and a Nation’s Wealth and Income”, en Hartemink, Alfred E.; McBratney, Alex & Mendonça-Santos, Maria de Lourdes –eds.– *Digital Soil Mapping with Limited Data*, Wageningen, Springer, pp. 53-66.
- International Standardization Organization (2014), *ISO 37120. Sustainable development of communities. Indicators for city services and quality of life*.
- Jackson, Richard; Dannenberg, Andrew & Frumkin, Howard (2013), “Health and the Built Environment: 10 Years After”, *American Journal of Public Health*, vol. 103, nº9, pp.1542-1544. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301482>
- Lasso de la Vega, Casilda; Díez, Henar & Urrutia, Ana (2008) “Multidimensional unit -and subgroup- consistent inequality and poverty measures: some characterizations”, *Research on Economic Inequality*, nº16, pp. 189-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/S1049-25850816009-4>
- Lasso de la Vega, Casilda & Urrutia, Ana (2011), “Characterizing how to aggregate the individual’s deprivations in a multidimensional framework”, *The Journal of Economic Inequality*, vol. 9, nº2, pp. 183-194. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10888-010-9139-y>

- Mazziotta, Matteo & Pareto, Adriano (2018), “Measuring Well-Being Over Time: The Adjusted Mazziotta-Pareto Index Versus Other Non-compensatory Indices”, *Social Indicators Research*, nº136, pp. 967-976. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1577-5>
- Mizutori, Mami & Sharif, Maimunah Mohd (2020), “Covid-19 shows urgent need for cities to prepare for pandemics”. Disponible en: <https://news.trustitem/20200615120207-y321f/> (fecha de referencia: 15-09-21).
- Munda, Giuseppe & Nardo, Michela (2009), “Non-compensatory/non-linear composite indicators for ranking countries. A defensible setting”, *Applied Economics*, vol. 41, nº12, pp. 1513-1523. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036840601019364>
- Nardo, Michela & Munda, Giuseppe (2005), *Constructing Consistent Composite Indicators: The Issue of Weights*, Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities.
- Nardo, Michela; Saisana, Michaela; Saltelli, Andrea; Tarantola, Stefano; Hoffmann, Anders & Giovannini, Enrico (2008), *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*, París, OECD.
- Ott, Wayne (1978), *Environmental Indices: Theory and Practice*, Michigan, Ann Arbor Science.
- Pineo, Helen; Zimmermann, Nici; Cosgrave, Ellie; Aldridge, Robert; Acuto, Michele & Rutter, Harry) (2018), “Promoting a healthy cities agenda through indicators: development of a global urban environment and health index”, *Cities & Health*, vol. 2, nº1, pp. 27-45. DOI: <https://doi.org/10.1080/23748834.2018.1429180>
- Raedo, Rubén (2021), “Urban Sustainability Deficits: The Urban Non-Sustainability Index (UNSI) as a Tool for Urban Policy”, *Sustainability*, vol. 13, nº22, 12395. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132212395>
- Ruiz, Nicolás (2011), “Measuring the joint distribution of household’s income, consumption and wealth using nested atkinson measures”, *Statistics Working Papers*, nº2011/05, pp. 1-37. DOI: <https://doi.org/10.1787/5k9cr2xxh4nq-en>
- Rydin, Yvonne; Bleahu, Ana; Davies, Michael; Dávila, Julio; Friel, Sharon; De Grandis, Giovanni; Groce, Nora; Hallal, Pedro; Hamilton, Ian; Howden-Chapman, Phillippa; Lai, Ka-Man; Lim, Chinten James; Martins, Juliana; Osrin, David; Ridley, Ian; Scott, Ian; Taylor, Myfanwy & Wilkinson, Paul (2012), “Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century”, *The Lancet*, vol. 39, pp.2079-2108. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60435-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60435-8)

- Sen, Amartya & Annad, Sudhir (1997), “Concepts of Human Development and Poverty: A multidimensional Perspective”, en Human Development Report Office, *Poverty and human development*, Nueva York, The United Nations Development Programme, pp. 1-20.
- Shen, Li-Yin; Ochoa, Jorge, Shah, Mona & Zhang, Xiaoling (2011), “The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices”, *Habitat International*, vol. 35, n° 1, pp. 17-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.03.006>
- Smith, Noah (2020), “New York is a hot zone but not because of city living”, *Bloomberg*. Disponible en: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2020-03-30/new-york-is-coronavirus-hot-zone-but-not-because-of-urban-density> (fecha de referencia: 15-09-21).
- Tsouros, Agis (2015), “Twenty-seven years of the WHO European Healthy Cities movement: a sustainable movement for change and innovation at the local level”, *Health Promotion International*, vol.30, n°S1, pp i3-i7. DOI: <https://doi.org/10.1093/heapro/dav046>
- Webster, Premila & Sanderson, Denise (2012), “Healthy Cities Indicators—A Suitable Instrument to Measure Health?”, *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, vol. 90, n°1, pp. 52-61. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11524-011-9643-9>