



INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA: EN EL CAMINO DE LA DIGITALIZACIÓN

Camila Garcia Rodriguez¹, Francisco JSánchez-Romero², Modesto Pérez-Sánchez³, P. Amparo López-Jiménez⁴

^{1,2,3,4} Universitat Politècnica de València. Camino de vera s/n 46022. Valencia.

¹ cgarcia1@posgrado.upv.es

RESUMEN

El actual desarrollo económico, social y tecnológico de la sociedad, demanda mayores cantidades de recursos como los hídricos y energéticos. Considerando la importancia que tienen los sistemas de agua en el desarrollo de la sociedad, es fundamental gestionarlos de manera sostenible. Sin embargo, se ha convertido en un desafío evaluar los sistemas de agua a través de metodologías o indicadores, evaluando su contribución a los ODS. A pesar de los avances tecnológicos en la recopilación de información del comportamiento de las redes, es importante en manejo y análisis de dichos datos. Una herramienta muy útil de procesamiento son los indicadores que, a su vez, sirven para tomar acciones que optimicen y mejoren la eficiencia de los recursos. Esta contribución presenta un método para la evaluación de los sistemas de agua urbana en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), a través de un sistema de indicadores. Cada indicador se relaciona con una meta de los ODS y su componente de la sostenibilidad. El sistema puede ser aplicado a cualquier tipo de red urbana. Esta metodología hace posible la evaluación de los sistemas hídricos de forma sostenible y establece un benchmarking sobre aspectos sostenibles. Además, mejorar la evaluación de los sistemas de agua y el ODS6 también beneficiará el cumplimiento de otros ODS.

Palabras clave

ODS, sistemas de agua urbana, sostenibilidad

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible busca satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de los recursos al largo o corto plazo en las generaciones futuras [1]. El desarrollo sostenible se basa en tres componentes: el ámbito social, económico, ambiental, e incluso para algunos investigadores el técnico. A través de estas premisas se busca mejorar la calidad de vida de la sociedad, erradicando la pobreza, alcanzando la equidad, acceso a servicios básicos, entre otros [3].

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

El desarrollo, social, económico, tecnológico y ambiental, actualmente progresa de manera acelerada [2]. Es por esta razón que la gestión sostenible de los recursos se ha convertido en un desafío, porque se trata de suplir las altas demandas requeridas sin poner en riesgo la capacidad, en términos de calidad y cantidad, de los recursos. Sin embargo, tener un seguimiento del comportamiento de los sistemas en cualquiera de estas tres dimensiones, a través de la recopilación de datos para gestionar la información, es útil a la hora de gestionar las redes de manera sostenible [8].

Los datos recopilados deberán convertirse en información importante para poder ser analizada y gestionada de manera adecuada. Es por esto, que resulta fundamental aplicar herramientas tales como indicadores que contemplen todas las dimensiones de la sostenibilidad, para gestionar y adaptar la sostenibilidad en las redes. En este sentido, digitalización y sostenibilidad deben ir de la mano en las redes de distribución del agua.

Los recursos hídricos son esenciales para la vida social y económica, y el crecimiento de las sociedades está limitado por su acceso y disponibilidad. La evaluación y diseño de recursos hídricos sustentables debe considerar los aspectos económicos, ambientales y sociales que el concepto engloba al momento de tomar soluciones. Las partes interesadas deben poner el foco en el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías para mejorar las acciones sostenibles en los sistemas de redes de agua urbana [9,10].

Los objetivos del desarrollo sostenible, de cierta manera contempla una visión en la cual todas las metas están interrelacionadas entre sí, siendo estas relaciones más explícitas en unos casos que otros [4, 5]. Incluso, alguna de estas relaciones suelen ocasionar presiones sobre el cumplimiento de otras, mientras que en otros casos el cumplimiento de una meta aporta al de otra. El ODS 6 (agua y saneamiento) es uno de los objetivos con mayor cantidad de vínculos. Diversos autores han tratado de estudiar las sinergias entre este objetivo y el resto desde distintos puntos de vista [6,7].

De manera general, los ODS relacionados con la alimentación, salud, tierra y clima tienden a ejercer mayor presión en el cumplimiento de las metas del ODS 6. Sin embargo, al impulsar el cumplimiento del ODS6 el alcance de los objetivos mencionados mejora. Los recursos hídricos impulsan el cumplimiento de objetivos relacionados con las dimensiones sociales y económicas, pero estos a su vez tienden a ser un obstáculo para que se logre el ODS 6. Sin embargo, a la hora de tomar decisiones encaminadas a la sostenibilidad, los actores deben considerar todo tipo de vínculo [11].

El objetivo de ese trabajo es presentar una base de datos de indicadores desarrollada para evaluar el comportamiento de las redes urbanas en términos de sostenibilidad. Estos indicadores están relacionados con las metas de los ODS de la ONU, de manera que el concepto de sostenibilidad quede englobado. Adicionalmente, se pretende que en base a estos indicadores se puedan clasificar por niveles de sostenibilidad un sistema de agua urbana.

2. METODOLOGÍA

2.1 ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE INDICADORES

Para el establecimiento de los indicadores se siguió la metodología establecida en la Figura 1. El primer paso consistió en la recopilación de información de diversos artículos científicos,

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

así como guías de sostenibilidad con el objetivo de determinar los indicadores a implementar e incluso definir algunos nuevos. Esta información se recopiló en una base de datos en la cual además se definió información tal como meta y objetivo ODS relacionado, área de la sostenibilidad involucrada, ciclo del agua en el que interviene, así como su forma de medición. Adicionalmente, se recopilaron datos de redes urbanas en las cuales fueron implementados para poder luego establecer los niveles de sostenibilidad.

Una vez definido el conjunto de indicadores, se estudió su aplicabilidad. Para esto se evaluó que cada uno de los indicadores fuera realmente relevante a la hora de implementar a un sistema urbano. En este paso fue posible redefinir algunas mediciones e incluso relaciones que había entre los indicadores y las metas de los ODS.



Figura 1. Metodología establecida para la definición del conjunto de indicadores

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS A CONSIDERAR

Para la implementación del sistema de indicadores establecido, se propone seguir con el paso 5, Figura1. Inicialmente, se debe identificar el estado del entorno y de la red. Para lo cual, se debe recopilar información tal como:

MEDIO

- Información de la cuenca (longitud, superficie, características del terreno, características de las masas de agua)
- Usos del agua en la cuenca
- Marco legislativo
- Organismos de gestión
- Estrategias de gestión
- Grado de urbanización de la cuenca

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

RED

- Caracterización de las estaciones de tratamiento (localización, población servida, capacidad, caudal de entrada y salida, tratamientos y su rendimiento)
- Longitud de la red, diámetros y elementos de control
- Estrategias de gestión (operación y mantenimiento)
- Caracterización tarifaria

Posteriormente, se seleccionan los indicadores acordes al tipo de sistema urbano y con los cuales es posible recopilar datos. Finalmente, se propuso definir el nivel de sostenibilidad para el sistema estudiado, clasificándolo en A, B, C o D. La clasificación tiene como objetivo etiquetar la sostenibilidad de forma similar a las etiquetas de eficiencia energética, según los datos y cuantiles.

3. RESULTADOS

A través de la presente investigación se estableció un sistema de indicadores que permite medir el nivel de contribución de una red urbana al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible. Para asegurar que los indicadores cubrieran todos los ODS, primero se estudiaron las relaciones entre los ODS y los sistemas de agua urbana. La Figura 2 presenta las metas relacionadas con las redes de agua para cada uno de los objetivos.

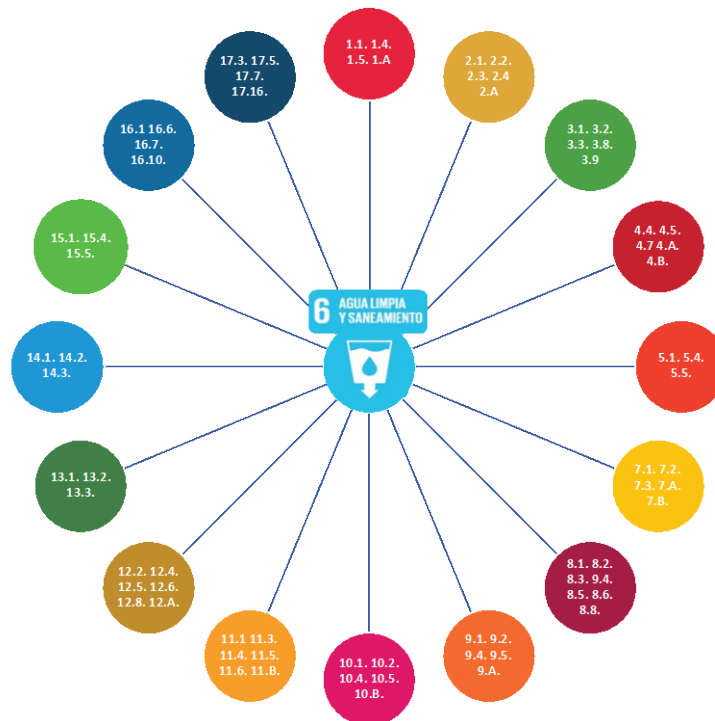


Figura 2. Metas ODS relacionadas con redes de agua urbana

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

De acuerdo a los resultados, se observa que el ODS6 respalda el progreso de una gran cantidad de objetivos como el ODS8, ODS9, ODS10, ODS11 y ODS12. En base a la cantidad de metas relacionadas, se puede ver como algunas de estas relaciones son mayores o menores, Figura 3. Se puede observar que las relaciones más fuertes son con aquellos objetivos ligados al desarrollo social y tecnológico.

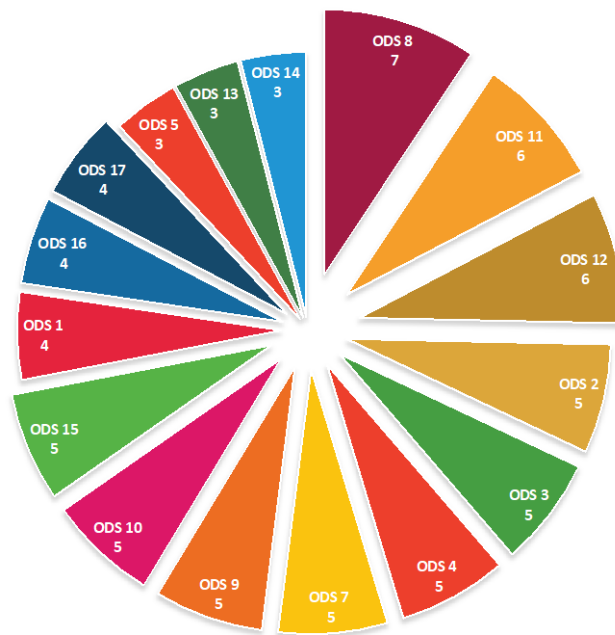


Figura 3. Peso de las relaciones entre el ODS6 y el resto, en base a la cantidad de metas

A partir de las relaciones entre el agua y los ODS establecidas, fue posible definir un sistema con 135 indicadores que permiten evaluar la contribución de un sistema de agua urbana al cumplimiento de los ODS. Dicho conjunto de indicadores cubre los pilares de la sostenibilidad vinculados a los servicios de agua. Algunos indicadores son de carácter cualitativos y cuantitativos. Es importante señalar, que el sistema se puede aplicar a cualquier tipo de sistema urbano (abastecimiento, saneamiento o tratamiento de aguas).

El sistema se distribuye de la siguiente manera: hay 110 indicadores para sistemas de abastecimiento (que involucran la recolección y distribución) y 100 para sistemas de saneamiento (recolección y disposición). Asimismo, existen 87 que pueden implementarse en sistemas de tratamiento de agua. La Figura 4 muestra el número de indicadores establecidos para cada ODS, clasificados por tipo de sistema.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

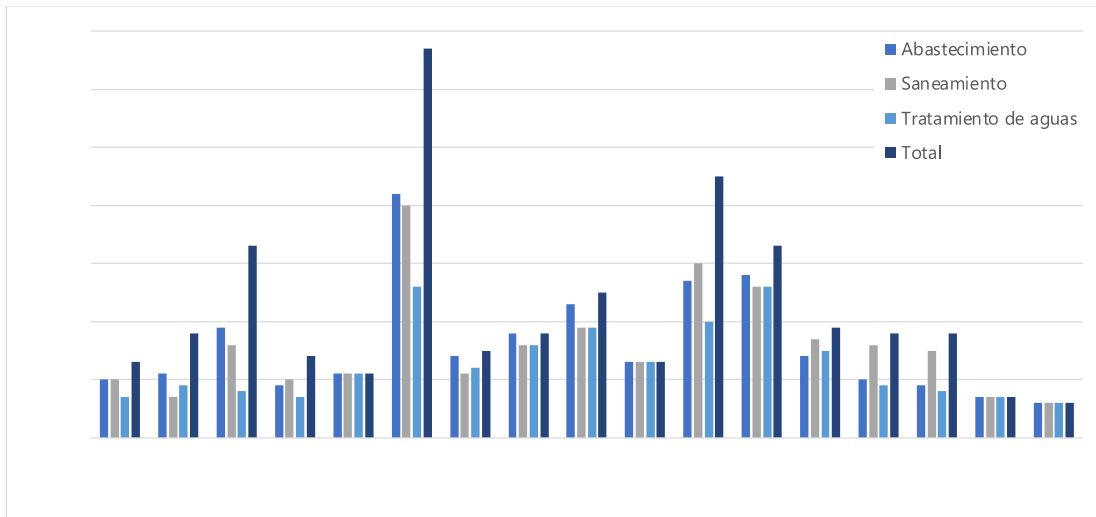


Figura 4. Cantidad de indicadores establecidos, por tipo de sistema y para cada ODS

A cada indicador se le definió el componente de la sostenibilidad en el cual aporta. Algunos indicadores están asignados a más de un área. De los 135 indicadores, 49 corresponden a la dimensión ambiental, 68 a la dimensión social, 54 a la técnica y 9 a la económica. En el caso del ODS6, este se centra más en los componentes sociales, ambientales y técnicos. En base a lo anterior, se le atribuyó mayor cantidad de indicadores a estos componentes: 40% ambientales, 30% técnicos, 28% sociales y 12% económicos.

Basándose en los datos encontrados de los diversos artículos científicos consultados, es posible establecer parámetros para definir el nivel de sostenibilidad de una red urbana. Estos niveles se fijan en función de promedios móviles que se realizaron en función a los datos recopilados para cada indicador. De esta manera, es posible definir el nivel de sostenibilidad de manera puntual para un indicador o para todo un sistema de estudio. Con esto, es posible que los sistemas urbanos de agua puedan compararse con sus propios resultados a lo largo del tiempo o con otros sistemas para mejorar la implementación de acciones encaminadas a la sostenibilidad, proponiendo así un sistema de indicadores que ayude a evaluar en el tiempo un abastecimiento en términos de sostenibilidad en relación a su propio progreso o comparándose con otros de similares características.

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha propuesto la definición de un sistema de indicadores que permiten evaluar la aportación que tienen los sistemas de agua urbana como el cumplimiento de los ODS. Con esta metodología es posible llevar una memoria evolutiva del estado de las redes de distribución de agua y su mejora. Esto permitirá parametrizar un nivel de sostenibilidad para medir el grado de consecución de los ODS

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

en base a los registros de seguimiento. Además, los indicadores propuestos permiten la comparación con otras redes. De esta forma, las redes más sostenibles pueden servir de ejemplo para las que aún están en proceso.

A través de una gestión sostenible de los sistemas de agua, se debe atender la demanda actual sin comprometer su capacidad en el futuro y encaminando hacia una operación óptima. Con base en los resultados de la metodología propuesta en este estudio, es posible monitorear y tomar acciones sobre las gestiones de los sistemas de agua.

De esta forma, los planes estratégicos de una empresa pueden vincularse a la contribución de la sostenibilidad y el cumplimiento de los ODS. Al mejorar el desempeño y la sustentabilidad de los sistemas, no solo es posible lograr los objetivos de la meta directamente relacionada con Agua y saneamiento, sino que también se beneficiarán otras metas asociadas, lo que resalta la relevancia de los indicadores de sustentabilidad en cualquier sistema hidráulico. Basándose en los resultados del análisis, se pueden tomar soluciones y acciones para mejorar la gestión de las redes y conducir a una operación sostenible de los recursos hídricos, todo ello basado en unos datos aseguibles y contrastados para la propuesta de indicadores y toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación parte del proyecto de I+D+i PID2020-114781RA-I00, financiado/a por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/.

REFERENCIAS

- [1] Indicadores de la Agenda 2030 para el Desarrollo sostenible. Instituto Nacional de Estadísticas INE. <https://www.ine.es/dyngs/ODS/es/objetivo.htm?id=5003>
- [2] Agua y Desarrollo sostenible. WM3-2015.
https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/WM_IIIESP.pdf
- [3] Objetivos de Desarrollo sostenible.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/waterand-sanitation/>
- [4] Loucks D., Gladwell J. Sustainability criteria for water resource systems. International Hydrology Series - UNESCO. 1999
- [5] Romero, Laura & Pérez-Sánchez, Modesto & López-Jiménez, P.. (2017). Improvement of sustainability indicators when traditional water management changes: a case study in Alicante (Spain). AIMS Environmental science. 4. 502-522. 10.3934/environsci.2017.3.502..
- [6] Mercedes-García, Ángel Valentín; Sánchez-Romero, Francisco-Javier; Pérez-Sánchez, Modesto; López Jiménez, Petra Amparo. (2021) Objectives, Keys and

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

Results in the Water Networks to Reach the Sustainable Development Goals. Water, 1268 (13), -. 10.3390/w13091268

- [7] Macías-Ávila, Carlos Andrés; Sánchez-Romero, Francisco-Javier; López Jiménez, Petra Amparo; Pérez-Sánchez, Modesto. (2021) Leakage Management and Pipe System Efficiency. Its Influence in the Improvement of the Efficiency Indexes. Water, 199 (13), 1 25. 10.3390/w13141909
- [8] Van der Graaf J., Meester-Broertjes H., Bruggeman W. and Vles E. Sustainable technological development for urban water cycles. Volume 35, Issue 10, 1997, Pages 213-220, ISSN 0273-1223, [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00200-X).
- [9] Bagheri, A., Hijorth, P. A framework for process indicators to monitor for sustainable development: practice to an urban water system. Environ Dev Sustain 9, 143–161 (2007). <https://doi.org/10.1007/s10668-005-9009-0>
- [10] Short A., Milman A. Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector. Global Environmental Change vl 18, Issue 4, october 2008, 758-767
- [11] LUNDIN, MARGARETA. (2011). Indicators for Measuring the Sustainability of Urban Water Systems – a Life Cycle Approach. The need for a common ground